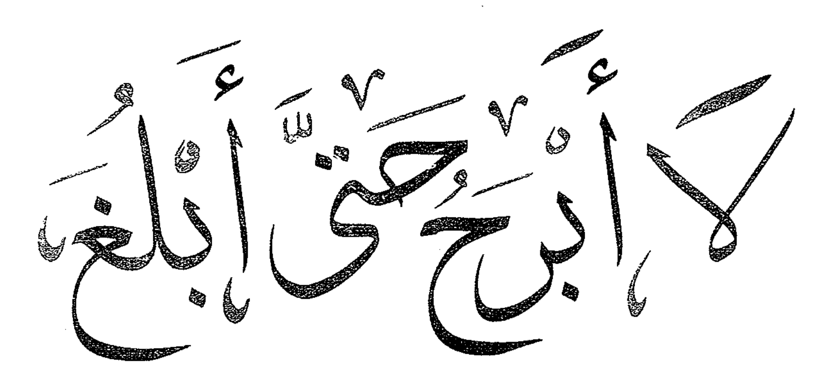


في الفيزياء

FB/MAELMABOUD

للأستاذ /
محمد عبد المعبود
٠١١١١١٣٧٠٩٠

المحاضرة الأولى: مقدمة عن الكهربية التيارية

محتويات المحاضرة

الكهربية التيارية – التيار الكهربي واتجاهاه – الكولوم

شدة التيار الكهربي – الأمبير.ساعة

الكهربية التيارية

دلّك ساق من الزجاج بقطعة من الحرير ثم قرّب الزجاج من قصاصات الورق	
المشاهدة :	تتجاذب قصاصات الورق إلى قطعة الزجاج.
التفسير :	عند احتكاك قطعة الزجاج بالحرير انتقلت بعض **الإلكترونات** إلى قطعة الحرير تاركةً خلفها **أيونات موجبة** ساكنة على قطعة الزجاج لها **مجال** يجذب القصاصات.

المثال السابق يوضح **الكهربية الاستاتيكية** والتي تهتم بدراسة الشحنات الساكنة ، وهي ليست موضوع دراستنا هذه السنة.

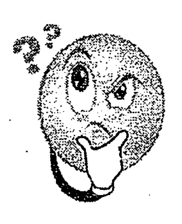
أما موضوع دراستنا هذه السنة هي **الكهربية التيارية** "الكهربية الديناميكية"

الكهربية التيارية

هي الكهربية التي تتضمن دراسة حركة الشحنات الكهربية في المواد الموصلة

إذا أردنا الفهم الصحيح **للكهربية التيارية** فإن الجملة السابقة تحتوي على بعض علامات الاستفهام ..

بمجرد إجابتنا على تلك الأسئلة نكون قد توصلنا إلى المفهوم الصحيح للكهربية التيارية.



- **الشحنات الكهربية :**

ما هي تلك الشحنات؟ هل هي جزيئات؟ ذرات؟ إلكترونات؟

تلك الشحنات هي **الإلكترونات الحرة** في الغلاف الخارجي لبعض المواد (الموصلات).

فإن **حركة الإلكترونات هى التى ينشأ عنها مرور تيار كهربى**.

- **حركة :**

علمنا أن التيار الكهربي ينشأ من **حركة الإلكترونات** ، هل تلك الإلكترونات قادرة على الحركة بمفردها؟

لا ، فالإلكترونات لا تملك الحركة وإنما تُحرَّك بواسطة **مضخة تسمى البطارية.**

إن كلمة مضخة لا تعني أنها مصدر للإلكترونات ، ومن يعتقد ذلك نرد عليه بالأسئلة التالية:

- هل مضخة الماء "الموتور" هي مصدر الماء؟
- هل القلب هو مصدر الدم؟

إن البطارية يحدث بداخلها **تفاعلات كيميائية** فتدفع الإلكترونات داخل الموصل.

- **المواد الموصلة:**

علمنا أن **التيار الكهربي** ينشأ عن **حركة الإلكترونات** الحرة الموجودة في الغلاف الخارجي لبعض المواد ، والمواد التي تحتوي على **إلكترونات حرة** في غلافها الخارجي هي **الفلزات**، مثل: النحاس.

النحاس موصل جيد للكهرباء. **علل**

لأن النحاس فلز يحتوي على إلكترونات حرة في غلافه الخارجي ضعيفة الارتباط بالنواة يسهل تحريكها فينشأ عن حركتها **مرور تيار كهربي**.

- **في :**

إن كلمة "في" لا تعني أن الموصل أشبه بماسورة الماء مجوف.

- هل وجدت سلك توصيل مجوف ؟

وكلمة "في" أيضًا بالطبع لا تعني أن الإلكترونات تسير فوق سطح الفلز ، فماذا تعني ؟

تذكر مثال ماسورة المياه المملوءة تمامًا بالزلط والتي يُدفع بداخلها رمل ناعم.

سلك الموصل يحتوي على جزيئات بينها فراغات تستطيع الإلكترونات المرور خلالها.

تلك الجزيئات تتحرك **حركة اهتزازية** في مكانها فتصطدم بالإلكترونات أثناء مرورها فتعيقها جزئيًا من المرور بسرعة وذلك ما يُسمى **بالمقاومة الكهربية.**

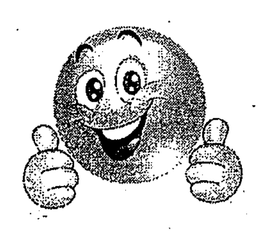
المقاومة الكهربية

هي الممانعة التي يلقاها التيار الكهربي أثناء مروره في موصل

وتزداد **الحركة الاهتزازية** لتلك الجزيئات **بزيادة درجة الحرارة** فيزداد معدل التصادمات بينها وبين الإلكترونات **فتزداد المقاومة**.

- تزداد مقاومة موصل بزيادة درجة الحرارة. **علل**
لأن بزيادة درجة الحرارة تزداد **طاقة الجزيئات** فتزداد **الحركة الاهتزازية** لها فيزداد معدل التصادمات مع إلكترونات التيار فتزداد **المقاومة**.

الآن يمكنك بنجاح تفسير تلك الجملة: **"الكهربية التيارية هى الكهربية التي تتضمن حركة الشحنات الكهربية فى المواد الموصلة".**



التيار الكهربي واتجاهاه

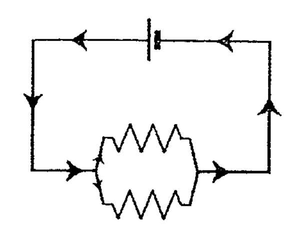
التيار الكهربي

هو فيض من الشحنات الكهربية تسري خلال الموصلات

للتيار الكهربي اتجاهان مختلفان لفظًا متشابهان معنًا

الاتجاه التقليدي أو الاصطلاحي "القديم"	الاتجاه الفعلي أو الإلكتروني "الحديث"
اتجاه الشحنات الموجبة من القطب الموجب إلى القطب السالب خارج البطارية.	اتجاه الشحنات السالبة (الإلكترونات) من القطب السالب إلى القطب الموجب خارج البطارية. "داخل الموصل"
[رسم دائرة كهربية]	[رسم دائرة كهربية]

- لا يتعارض مفهوم الفيزياء الكلاسيكية مع مفهوم الفيزياء الحديثة. **علل**
لأن حركة الإلكترونات السالبة في اتجاه يصاحبه حركة أيونات موجبة في **عكس الاتجاه**.
" تذكر مثال كرتونة البيض والكرسي الفارغ "



- أي الاتجاهين سنستخدم في دراستنا القادمة؟
اصطلح العلماء أن يُستخدم **الاتجاه الاصطلاحي** في دراسة الدوائر الكهربية.

الكولوم

الكولوم

هو وحدة قياس الكمية الكهربية "الشحنة الكهربية"

مما سبق : من الذي يحمل الشحنة ؟

- إن **الإلكترونات هي التي تحمل الشحنة** ، فالكولوم هو مجموع شحنات عدد من الإلكترونات ، حيث :

$$C = 6\ 250\ 000\ 000\ 000\ 000\ 000\ e = 6.25 \times 10^{18}\ e$$

الجنيه يحتوي على 100 قرش ، فإن القرش $\frac{1}{100}$ من الجنيه ، بالمثل فإن **شحنة الإلكترون** بالنسبة للكولوم تساوي $\frac{1}{\text{عدد الإلكترونات في الكولوم}}$

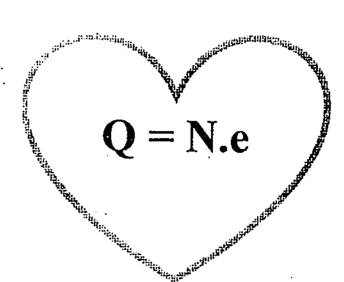
$$e = \frac{1}{6.25 \times 10^{18}} = 1.6 \times 10^{-19}\ C$$

الكولوم = عدد الإلكترونات في الكولوم x شحنة الإلكترون الواحد

$$6.25 \times 10^{18} * 1.6 \times 10^{-19} = 1\ C$$

يمكن استنتاج قانون كمية الكهربية ←

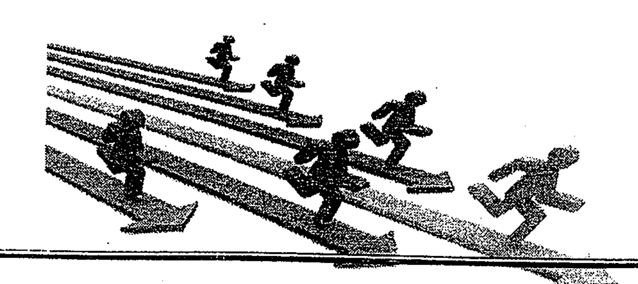
حيث : N عدد الإلكترونات ... e شحنة الإلكترون



مثال : إذا كان عدد الإلكترونات يساوي $18.75 \times 10^{18}\ e$ احسب الكمية الكهربية.

الحل

$$Q = N.e = 18.75 \times 10^{18} * 1.6 \times 10^{-19} = 3\ C$$

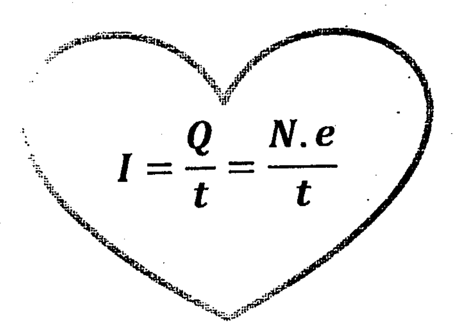


شدة التيار الكهربي

للحكم على شدة تيار ماء في صنبور فيجب معرفة **كمية الماء** الخارج من الصنبور مقارنة بالزمن **المستغرق** لذلك.

بالمثل : للحكم على **شدة التيار الكهربي** يجب معرفة **كمية الكهربية** المارة والزمن اللازم لذلك.

فنستنتج أن :



$$I = \frac{Q}{t} = \frac{N.e}{t}$$

شدة التيار

هي كمية الكهربية المارة عبر مقطع موصل في الثانية.

يُرمز لشدة التيار بـ **I** ويُقاس بوحدة الأمبير **A**

ولتعريف الأمبير ⟵ نستعين بالقاعدة التالية :

الوحدة هي كميتها عندما يكون باقي الكميات تساوي واحد.

- بتطبيق ذلك على الأمبير كمثال :

الأمبير

هو شدة التيار الكهربي الناتج عن مرور كمية كهربية مقدارها 1 كولوم في زمن قدره 1 ثانية.

يمكن تطبيق القاعدة أيضًا على الكولوم والثانية.

" تذكر محمد الذي ذهب من بيته إلى المدرسة راكبًا الدراجة مستغرقًا دقيقة "

مثال: احسب شدة التيار الناتجة عن مرور عدد من الإلكترونات مقدارها $1.25 \times 10^{20} e$ في زمن قدره 5 sec

الحل

$$I = \frac{Q}{t} = \frac{N.e}{t} = \frac{1.25 \times 10^{20} * 1.6 \times 10^{-19}}{5} = 4\,A$$

مثال: إذا كان معدل مرور الإلكترونات e 1.575×10^{23} في الساعة،احسب شدة التيار الكهربي.

الحل

$$I = \frac{Q}{t} = \frac{N.e}{t} = \frac{1.575 \times 10^{23} * 1.6 \times 10^{-19}}{60 * 60} = 7\,A$$

ما معنى قولنا أن: شدة التيار = 5A ؟

- معنى ذلك أن كمية الكهربية المارة عبر مقطع موصل في زمن قدره 1.2 sec يساوي .. "أكمل"

مثال: إلكترون ذرة الهيدروجين يصنع 3.75×10^{14} دورة في الدقيقة، احسب شدة التيار الناتجة عن ذلك.

الحل

$$I = \frac{Q}{t} = \frac{N.e}{t} = \frac{3.75 \times 10^{14} * 1.6 \times 10^{-19}}{60} = 1 \times 10^{-6}\,A = 1\,\mu A$$

الأمبير.ساعة

الأمبير.ساعة

هي وحدة تجارية للدلالة على الكمية الكهربية

إذا كان **A.sec** يساوي **1 كولوم** ، فإن **A.min** يساوي **60 كولوم** ..

والأمبير.ساعة A.hr يساوي 3600 كولوم.

- **ما معنى قولنا أن** : سعة البطارية تساوي 60A.hr ؟

أي أن تلك البطارية تستطيع إمدادنا بتيار شدته 1A لمدة 60hr

أو تيار شدته 2A لمدة 30hr

أو تيار شدته 3A لمدة 20hr .... وهكذا

$$Q = I.t = 60\,A.hr = 1A.60hr = 2A.30hr = 3A.20hr$$
$$= 60A.1hr = \cdots$$

أو أن البطارية تحتوي على كمية كهربية مقدارها $60 * 60 * 60 = 216000\,C$

المحاضرة الثانية: تابع الكهربية التيارية

محتويات المحاضرة

مراجعة – ق.د.ك للبطارية – فرق الجهد بين نقطتين – قانون أوم

الطاقة – القدرة – تجميع القوانين

مراجعة

علمنا من المحاضرة السابقة أن **الكهربية التيارية هي** الكهربية التي تتضمن دراسة حركة الشحنات في **المواد الموصلة** ، وعلمنا ما هو **التيار الكهربي** واتجاهي التيار ودرسنا **كمية الكهربية** وتعريف **الكولوم** ، وأدركنا مفهوم **شدة التيار** ووحدة قياسه وتعلمنا أنه يوجد وحدة تجارية لكمية الكهربية تسمى **الأمبير.ساعة.**

ق.د.ك للبطارية

أ ب جـ د

الرسم الذي أمامك يوضح دائرة كهربية بسيطة ، والكرات في السلك تمثل إلكترونات التيار.

الآن سوف نجري دراسة على إحداها وهو الإلكترون المظلل بالرسم.

- من الذي يدفع ذلك الإلكترون في الدائرة ؟

  البطارية هي التي تدفعه في الدائرة كلها داخلها وخارجها.

- هل تدفعه مرة واحدة ؟

  لا ، بل تدفعه عدة مرات.

مما سبق نستنتج أن **البطارية** هي التي **تبذل الشغل لنقل الشحنات الكهربية** في الدائرة كلها **داخل المصدر وخارجه** .

❖ **ملحوظة** : **الوحدة الدولية لقياس الشحنة الكهربية هي الكولوم.**

ق.د.ك للبطارية

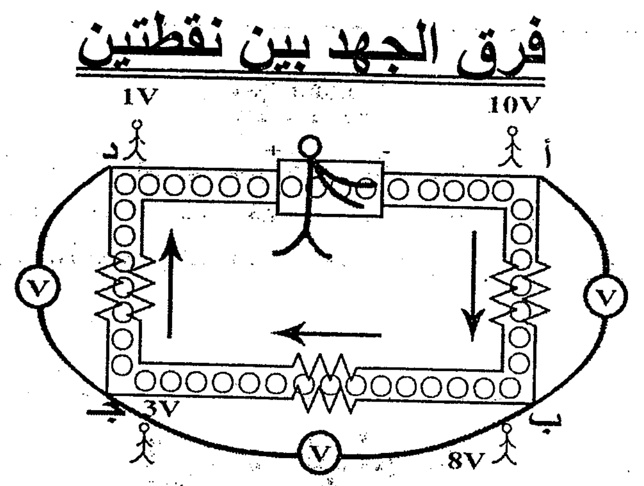
هي الشغل الكلي المبذول لنقل كمية من الكهربية مقدارها واحد كولوم في الدائرة كلها داخل المصدر وخارجه.

يُرمز لـ ق.د.ك بـ **V_B , emf , E**

تُقاس ق.د.ك للبطارية بوحدة الفولت.

- **ما معنى قولنا أن** : ق.د.ك لبطارية 10V ؟
  أي أن تلك البطارية تبذل شغلًا قدره 10J لنقل كمية من الكهربية مقدارها 1C في الدائرة كلها داخل المصدر وخارجه.

فرق الجهد بين نقطتين



الرسم الذي أمامك يوضح دائرة بسيطة بها بطارية قوتها الدافعة **10V** ، بتمثيل تلك البطارية بشخص يحمل **1C** وعداد يوضح طاقته نجد أنه عند النقطة **"أ"** لم يبذل أي شغل (ذلك بإهمال مقاومة السلك لإنها صغيرة جدًا) فيكون جهد النقطة **"أ"** لا يزال **10V** ولكن عندما يمر بالمقاومة التي بين **"أ"** و **"ب"** فإنها تستهلك جزءًا من طاقته ولتكن **2J** فيكون الجهد عند النقطة **"ب"** يساوي **8V** وعندما يمر بالمقاومة التي بين **"ب"** و **"جـ"** فإنها تستهلك جزءًا آخر من طاقته وليكن **5J** فيكون الجهد عند النقطة **"جـ"** يساوي **3V** وعندما يمر بالمقاومة التي بين **"جـ"** و **"د"** فإنها تستهلك جزءًا آخر من طاقته وليكن **2J** فيكون الجهد عند النقطة **"د"** يساوي **1V**

- ما هو فرق الجهد بين النقطة **"أ"** والنقطة **"ب"** ؟

$$V_{\text{أب}} = V_{\text{أ}} - V_{\text{ب}} = 10 - 8 = 2\,V$$

- ما هو فرق الجهد بين النقطة **"ب"** والنقطة **"جـ"** ؟

$$V_{\text{بجـ}} = V_{\text{ب}} - V_{\text{جـ}} = 8 - 3 = 5\,V$$

- ما هو فرق الجهد بين النقطة **"جـ"** والنقطة **"د"** ؟

$$V_{\text{جـد}} = V_{\text{جـ}} - V_{\text{د}} = 3 - 1 = 2\,V$$

إذا كنت من أقوياء الملاحظة ستلاحظ أن فرق الجهد بين نقطتين = الشغل المبذول لنقل 1C بينهما

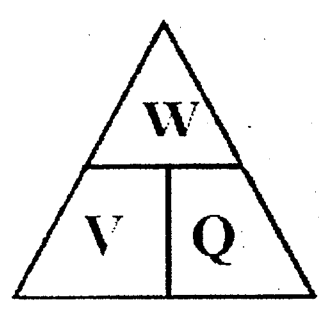
الآن يمكننا تعريف فرق الجهد بين نقطتين:

فرق الجهد بين نقطتين

هو مقدار الشغل المبذول لنقل كمية من الكهربية مقدارها 1 كولوم بين

ويمكننا استنباط قانون **$W = V.Q$**

حيث W هي الشغل المبذول ، V هي فرق الجهد بين نقطتين ، Q هي كمية الكهربية.



" لتأكيد مفهوم القانون السابق تذكر من المحاضرة مثال الشغل الذي تبذله لنقل الحقائب بين أدوار مختلفة "

- **ما معنى قولنا أن** : فرق الجهد بين نقطتين = 5V ؟
  أي أن الشغل المبذول لنقل كمية من الكهربية مقدارها 1C بين هاتين النقطتين يساوي 5J
- **ما معنى قولنا أن** : فرق الجهد بين نقطتين = 10V ؟
  أي أنه يُبذل شغل قدره 5J لنقل كمية من الكهربية مقدارها ...... بين هاتين النقطتين.
- **ما معنى قولنا أن** : فرق الجهد بين نقطتين = 100V ؟
  أي أن الشغل المبذول لنقل إلكترون بين هاتين النقطتين يساوي ....

بالرجوع إلى المثال السابق ، هل لاحظت أن البطارية قامت بعملية سرقة ؟ فمكتوب عليها 10V بينما لم نستفد منها إلا بـ 9V فقط ، أين ذهب الفولت الباقي يا محتالة ؟

البطارية ليست محتالة فنحن افترينا عليها بهتانًا وظلمًا ، تعريف ق.د.ك هو **الشغل الكلي** المبذول لنقل كمية من الكهربية مقدارها 1C في الدائرة كلها **داخل المصدر وخارجه** ، الفولت المتبقي استُهلك **داخل البطارية** لإن داخلها مواد لها مقاومة **وكلما زادت المقاومة الداخلية للبطارية قلت كفاءة البطارية** (أصبحت أردأ).

قانون أوم

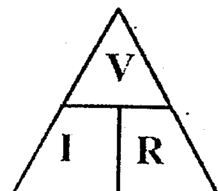
" زوِّد فيهك ، قلل آرك .. تزيد آيك "

نتمنى أن تكونوا قد اتبعتم التعليمات السابقة حتى يزيد آيكم ، إذا كانت آيك قليلة – فضلًا وليس أمرًا اتبع التعليمات التالية

كلما زادت الدوافع وقلت المعوقات زادت السرعة."تذكر مثال الخزانين والماسورة الواصلة بينهما"

كلما زاد فرق الجهد وقلت المقاومة ← زادت شدة التيار.

$$I = \frac{V}{R}$$



قانون أوم

عند ثبوت درجة حرارة الموصل

فإن شدة التيار تتناسب تناسبًا طرديًا مع فرق الجهد بين طرفيه

❖ **ملاحظات على التعريف :**

1- لا تكتب " عند ثبوت المقاومة " وسوف تعرف السبب في المحاضرة القادمة.

2- لا تكتب " V تتناسب مع I " ($V \alpha I$)

" تذكر من المحاضرة مثال دفع السيارة "

بعض الناس يظن ظلمًا أن المقاومة ليس لها داعٍ في حياتنا فهي تعيق التيار وتقلله.

ونرد على هؤلاء ونقول لهم : انظر حولك في الغرفة التي تجلس بها ، هل التكييف يسحب نفس تيار الراديو ؟ **بالطبع لا** ، إن تيار التكييف أكبر من تيار الراديو بكثير على الرغم من أن كليهما متصل بفرق جهد واحد (220V) وذلك حدث بفضل المقاومة ، فمن الأغراض الرئيسية للمقاومة هو التحكم في شدة التيار.

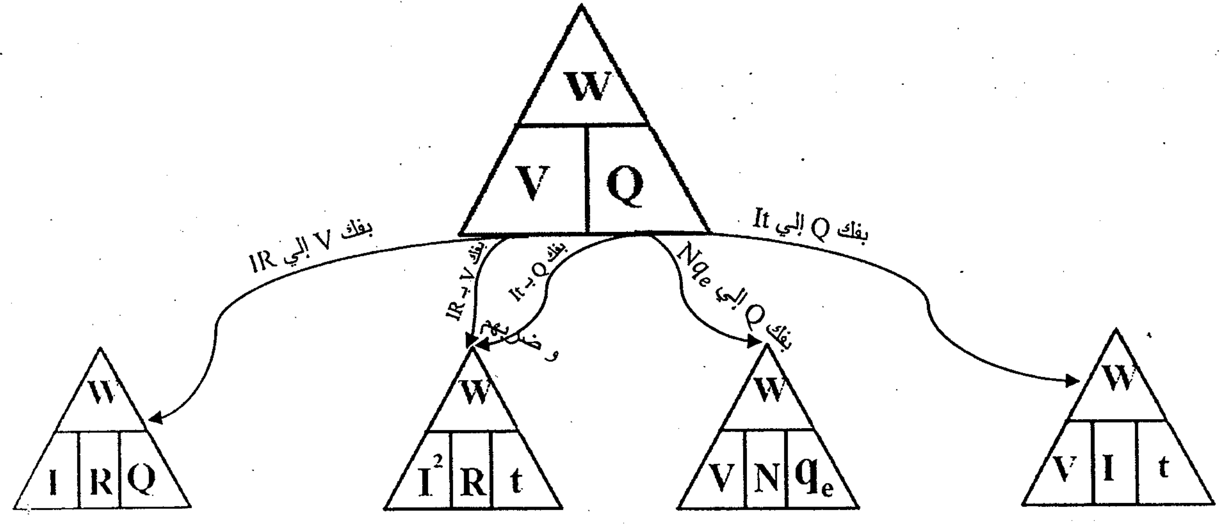
الطاقة

هل سألت نفسك يومًا ما هي السلعة التي أدفع مقابلها أموالًا لمندوب شركة الكهرباء ؟

هل يحاسبنا على شدة التيار أم فرق الجهد أم المقاومة ؟

إنه لا يحاسبنا على أي مما سبق ، **نحن ندفع الأموال مقابل الطاقة التي نستهلكها.**

مما سبق نعلم أن الشغل (الطاقة الكهربية) تساوي حاصل ضرب فرق الجهد في كمية الكهربية.



مثال : احسب الطاقة اللازمة لنقل كمية من الكهربية 7C بين نقطتين فرق الجهد بينهما 220V

الحل

$$W = V.Q = 7 \times 220 = 1540\, J$$

....

مثال : احسب الطاقة اللازمة لنقل $18.75 \times 10^{18}\ e$ بين نقطتين فرق الجهد بينهما 5V

الحل

$$W = V.N.q_e = 5 \times 18.75 \times 10^{18} \times 1.6 \times 10^{-19} = 15\, J$$

....

مثال : احسب الطاقة الكهربية المستنفذة في سلك مقاومته 5Ω يمر به تيار قدره 5A في زمن ساعة.

الحل

$$W = I^2.R.t = 5^2 \times 5 \times 60 \times 60 \times 1 = 4.5 \times 10^5\, J$$

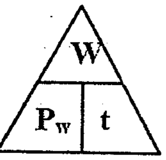
القدرة

تُقاس قدرة الفرد بمقدار الشغل الذي ينجزه **مقارنة بالوقت** (تذكر مثالي سندريلا ونوسا قبل العيد).

وبالتالي يمكننا تعريف القدرة كالتالي :

القدرة

هى المعدل الزمنى لبذل الشغل



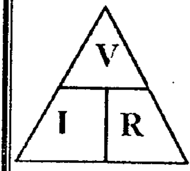
$$P_w = \frac{W}{t}$$

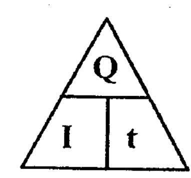
حيث P_W هي القدرة الكهربية ، W هو الشغل ، t هو الزمن.

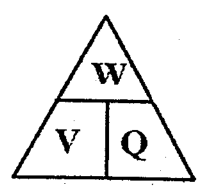
تُقاس الوحدة الكهربية بوحدة الوات Watt

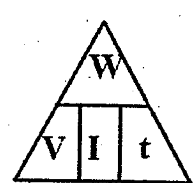
- **ما معنى أن** مصباحًا مكتوب عليه 1000W – 220V ؟
  أي أن ذلك المصباح يستهلك طاقة كهربية مقدارها 1000J في زمن قدره 1sec عندما يكون فرق الجهد 220V

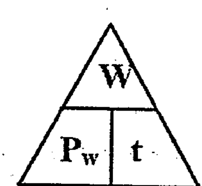
تجميع القوانين

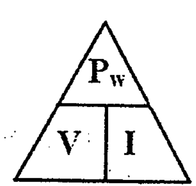












لحفظ المثلثات السابقة تذكر من المحاضرة مثال الحريق.

المحاضرة الثالثة: تابع الكهربية التيارية

محتويات المحاضرة

مقاومة موصل – مقاومة نوعية – توصيلية كهربية – مسائل – العداد – الأجهزة الكهربية وعلاقتها بالعداد وقوانين المنهج – القفلة والسلك المنصهر والشبكة الكهربية

مقاومة موصل

هل يمكنك معرفة إذا كانت مقاومة موصل ما كبيرة أم صغيرة ؟

- مقاومة الموصل تتوقف على عدة عوامل :
  - نوع المادة : لإن وفرة الإلكترونات الحرة تختلف من مادة لأخرى.
  - المسافات البينية بين الجزيئات تختلف من مادة لأخرى ، فالاحتكاك الذي تعانيه الإلكترونات يختلف من مادة لأخرى.
  - ∴ تختلف مقاومة موصل من مادة لأخرى.
  - ولكل مادة رقم خاص بها مميز لها ، اسمه المقاومة النوعية للمادة ρ_e

❖ إذن مقاومة الموصل R تتناسب مع المقاومة النوعية للمادة تناسبًا طرديًا من مادة إلى أخرى.
بمعنى أنه لو أحضرت مادتين وجعلت منهما موصلين بنفس الطول ونفس المقطع وفي نفس درجة الحرارة ولكن المادتين مختلفتين (نحاس وألومنيوم مثلًا) ...
من صاحب المقاومة الأكبر منهما ؟ النحاس أم الألومنيوم ؟
أكيد صاحب المقاومة النوعية الأكبر ، فإذا كان أحدهما مقاومته النوعية ضعف الأخر فإن مقاومته أيضًا تكون ضعف الآخر (عند تطابقهما في الشكل الهندسي ودرجة الحرارة).
∴ من مادة إلى أخرى إذا زادت المقاومة النوعية للضعف فإن المقاومة تزداد للضعف.

نحاس

الومنيوم

1- طول الموصل :
طول الموصل أيضًا يؤثر في المقاومة تأثيرًا طرديًا ($R \propto l$) لأنه بالمنطق كلما يزداد طول الموصل ، تزداد المعاناة داخل الموصل ، أي إنه إذا زاد طول الموصل للضعف تزداد المقاومة للضعف.
∴ ($R \propto l$) عند ثبات باقي العوامل.
مثال : لو جبت بكرة سلك وسحبت منها حتة طولها متر ، وبعدين سحبت حتة طولها مترين (من نفس البكرة) يعني نفس نوع المادة ونفس مساحة المقطع وفي نفس درجة الحرارة نجد أن ...
المعاناة التي يعانيها التيار في السلك الذي طوله متران ضعف المعاناة التي يعانيها في السلك الذي طوله متر واحد.

1m

2m

2- مساحة المقطع :
تتناسب المقاومة تناسبًا عكسيًا مع مساحة مقطع الموصل.
كلما زادت مساحة المقطع .. يستطيع التيار أن يمر في الموصل بسهولة أكثر.
مثال : الشارع لما بيوسعوه نجد أن انسياب السيارات فيه بيكون أفضل.

A

2A

3- درجة الحرارة :
درجة الحرارة تؤثر في المقاومة ولكن هل تؤثر طرديًا أم عكسيًا ؟
طب تعالوا نفكر كدا .. يعني ايه تناسب طردي ؟ يعني لو درجة الحرارة زادت للضعف المقاومة تزيد للضعف ، هل هذا صحيح ؟ تعالوا نشوف ← قمنا بزيادة درجة الحرارة للضعف وجدنا أن مقاومة الموصل زادت ولكن ليس للضعف .. يعني إذا قمت بتسخين سلك لضعف درجة حرارته فإن مقاومته لن تزداد لضعف قيمتها ، يمكن أن تزداد المقاومة مرة ونصف في مادة وتزداد مرة وربع في مادة أخرى ومرة وخُمس في مادة أخرى .. إذن طريقة الزيادة تختلف من مادة لأخرى.
بعض المواد عن زيادة درجة الحرارة نجد أن مقاومتها تقل مثل السليكون.
∴ تأثير درجة الحرارة على المقاومة تأثير غير منتظم لذلك لا يمكننا القول بأن درجة الحرارة تتناسب طرديًا أو عكسيًا مع المقاومة.

✓ لذلك نقوم بتنفيذ هذا القانون $R = \rho_e \frac{l}{A}$ ولكن بشرط ثبوت درجة الحرارة.
∴ قانون مقاومة الموصل هو :

$$R = \rho_e \frac{l}{A}$$

عند ثبوت درجة الحرارة

- اذكر العوامل المؤثرة في مقاومة موصل.
عند ثبوت درجة حرارة الموصل فإن مقاومته تتوقف على :
1- طول الموصل l
2- مساحة مقطعه A
3- نوع مادته (مقاومته النوعية ρ_e)

المقاومة النوعية

$$\rho_e = \frac{RA}{l}$$

وحدتها Ω.m

لو معاك سلك نحاس وأنت في المعمل ، هل تقدر تعين عمليًا المقاومة النوعية لهذا السلك ؟

← نحضر مسطرة وأوميتر ، مسطرة لقياس طول السلك ، وأيضًا لقياس مساحة مقطعه عن طريق قياس قطر السُمك ونقسمه على 2 وبالتالي يبقى حسبنا نصف القطر ومنه أعوض في $A = \pi r^2$ وأوميتر لقياس المقاومة.

نقوم بتوصيل السلك بطرفي الأوميتر ونقرأ المقاومة وبذلك نبقى حسبنا A , l , R ونحسب ρ_e ولكن .. لو قمت بإعادة نفس التجربة في (أمريكا مثلا) نحصل على نتيجة مختلفة للمقاومة النوعية ، ايه السبب ؟!!

- السبب هو اختلاف درجة الحرارة.

ولذلك قرر العلماء حساب المقاومة النوعية عند 0^0C للحصول على نفس النتيجة.

المقاومة النوعية

هي مقاومة موصل من هذه المادة طوله 1m ومساحة مقطعه $1m^2$ عند 0^0C

- الحس التقديري : هو استخدام المنطق في تقدير الحل
مثال ← لو أعطيتك مسألة مطلوب فيها كتلة رجل ، أنت حليت طلعت معاك كتلة الرجل 2Kg " إن كنت مركز " سوف يستوقفك الحل ، لأنه رقم غير منطقي تمامًا لكتلة رجل.
طب عرفت منين إنه غير منطقي .. لإن المخ يُختزن فيه إن الـ range بتاع كتلة الرجل 60 , 70 , 80 , 100 Kg
" إِنَّ اللهَ يُحِبُّ إِذَا عَمِلَ أَحَدُكُمْ عَمَلًا أَنْ يُتْقِنَهُ "
يعني أنت كطالب وأنت بتحل المسألة متنقلش على اللي بعدها إلا لما تقيس المسألة بمخك " حس تقديري " وتشوف الحل منطقي ولا لأ وإذا كان غير منطقي راجع مرة ثانية وهتكتشف إنك أخطأت وعدّل الحل وسوف تصل للنتيجة الصحيحة.

مثال : المقاومة النوعية لمادة .. ايه الـ range بتاعها ؟
لو المادة مثلا نحاس أو ألومنيوم أو حديد .. دي مواد جيدة التوصيل أي أن مقاومتها النوعية صغيرة الـ rangeبتاعها

رقم $\times 10^{-رقم} \rightarrow \rho_e = 5 \times 10^{-7}\ or\ 3 \times 10^{-4}$

- ما معنى أن المقاومة النوعية للنحاس $2 \times 10^{-7} \Omega.m$ ؟
أي أننا لو أحضرنا موصلًا من النحاس طوله 1m ومساحة مقطعه $1m^2$ وقِسْنا مقاومته عند 0^oC لوجدناها $2 \times 10^{-7} \Omega$

- ما العوامل المؤثرة في المقاومة النوعية لمادة موصل ؟
نوع المادة عند ثبوت درجة الحرارة.

- إذا زاد طول الموصل للضعف فإن مقاومته النوعية تظل ثابتة.
لإنه بزيادة الطول للضعف تزداد المقاومة للضعف ومن العلاقة $\rho_e = \frac{RA}{l}$ تظل المقاومة النوعية ثابتة.

- إذا زادت المساحة للضعف فإن المقاومة النوعية تظل ثابتة.
لإنه بزيادة المساحة للضعف تقل المقاومة للنصف ومن العلاقة $\rho_e = \frac{RA}{l}$ تظل المقاومة النوعية ثابتة.

∴ لا تتغير المقاومة النوعية بتغير الطول أو المساحة.

التوصيلة الكهربية

$$\sigma = \frac{1}{\rho_e} = \frac{l}{RA}$$

ووحدتها $\Omega^{-1}.m^{-1} = simon.m^{-1}$

- ما العوامل المؤثرة في التوصيلية الكهربية ؟
نوع المادة عند ثبوت درجة الحرارة.

- إذا زاد الطول للضعف فإن التوصيلية الكهربية تظل ثابتة.
حيث إنه بزيادة الطول للضعف تزداد أيضًا المقاومة للضعف فتظل النسبة ثابتة.

- إذا زادت المساحة للضعف فإن التوصيلية الكهربية تظل ثابتة.

التوصيلية الكهربية
هي مقلوب المقاومة النوعية لمادة

- ما معنى أن التوصيلية الكهربية للنحاس $0.5 \times 10^7\ \Omega^{-1}m^{-1}$ ؟
أي أن مقلوب المقاومة النوعية لهذه المادة $0.5 \times 10^7\ \Omega^{-1}.m^{-1}$
أو أن المقاومة النوعية للنحاس $2 \times 10^{-7}\ \Omega.m$ $\left(\frac{1}{0.5\times10^7}\right)$
" خطأ شائع هو أن الطالب يقلب الأس من موجب لسالب وينسى يقلب الرقم وهذا خطأ "

أو أن مقاومة موصل من النحاس طوله 1m ومساحة مقطعه $1m^2$ عند 0^0C
تساوي $2 \times 10^{-7}\ \Omega$

المسائل

" نفسي أعرف أحل مسائل ازاي ؟؟؟؟؟ "

أنت في المحاضرة دي هتحل على أي قانون ؟

$$R = \rho_e \frac{l}{A} \quad , \quad \sigma = \frac{1}{\rho_e}$$

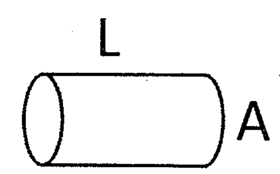
- تكتب القوانين قدامك.
- لازم تبقى عارف إن المسائل 5 مستويات :
  مسائل مباشرة – مسائل تحويلات – مسائل العنصر المكسور
  مسائل الحالتين – مسائل البياني (المحاضرة القادمة)

مباشرة	تحويلات	العنصر المكسور
$R = \rho_e \frac{l}{A}$ $\sigma = \frac{1}{\rho_e}$ بيديك في المسألة كل العناصر ما عدا عنصر واحد. بتأكد من المُعطى لو مش عارفه عن طريق وحدته اللي في المسألة. علاج المشاكل اللي بتقابلك في المسائل المباشرة : 1- حفظ القانون. 2- عدم التناكة على المسألة والحل والتعويض بإتقان وتركيز.	$R = \rho_e \frac{l}{A}$ لا بد من استخدام الوحدات الدولية في المسائل. $l \rightarrow (m)$ $A \rightarrow (m^2)$ $R \rightarrow (\Omega)$	$R \rightarrow V = IR$ $R \rightarrow P_w = I^2R$ $R \rightarrow P_w = \frac{V^2}{R}$ $\rho_e \rightarrow \rho_e = \frac{1}{\sigma}$ $A \rightarrow \pi r^2$ (غالبا دائرة) $A \rightarrow$ أشكال أخرى لأن ممكن بدل ما يقولك سلك معدني يقولك قضيب معدني مقطعه مستطيل أو مربع أو مثلث.

- الطول والمساحة معًا A , l (اللعب هنا ، احذر) :

$$Vol_{\text{سلك}} = A_{\text{مقطع السلك}} . l_{\text{سلك}}$$

الشكل الهندسي للسلك أسطواني طويل.
حجم الأسطوانة = مساحة القاعدة x الارتفاع
∴ حجم السلك = مساحة المقطع x الطول



- الحجم معلوم والطول مجهول :

$$R = \rho_e \frac{l}{A} = \rho_e \frac{\left(\frac{Vol}{A}\right)}{A} = \rho_e \frac{Vol}{A.A} = \rho_e \frac{Vol}{A^2}$$

- الحجم معلوم ومساحة المقطع مجهولة :

$$R = \rho_e \frac{l}{A} = \rho_e \frac{l}{\left(\frac{Vol}{A}\right)} = \rho_e \frac{l.l}{Vol} = \rho_e \frac{l^2}{Vol}$$

- الكثافة والكتلة والحجم :

$$m_{\text{سلك}} = \rho_{\text{مادة السلك}} . Vol_{\text{سلك}} = \rho_{\text{مادة السلك}} . \left(A_{\text{مقطع السلك}} . l_{\text{سلك}}\right)$$

- الكثافة والكتلة معلومان ، والطول مجهول :

$$R = \rho_e \frac{l}{A} = \rho_e \left(\frac{\left(\frac{m}{\rho A}\right)}{A}\right) = \rho_e \frac{m}{\rho . A^2}$$

- الكثافة والكتلة معلومان ، ومساحة المقطع مجهولة :

$$R = \rho_e \frac{l}{A} = \rho_e \left(\frac{\rho l}{m}\right) . l = \rho_e \frac{\rho l^2}{m}$$

- الآن يمكننا التعرف على وحدات جديدة :

$$Vol \rightarrow (m^3)$$

$$cm^3 \xrightarrow{\times 10^{-6}} m^3$$

$$m \rightarrow Kg$$

$$gm \xrightarrow{\times 10^{-3}} Kg$$

$$\rho \rightarrow Kg/m^3$$

$$\frac{gm}{cm} \xrightarrow{\frac{\times 10^{-3}}{\times 10^{-6}}} = \xrightarrow{\times 10^{3}} \frac{Kg}{m^3}$$

ملحوظة : مسائل العنصر المكسور يكثُر فيها التحويلات.

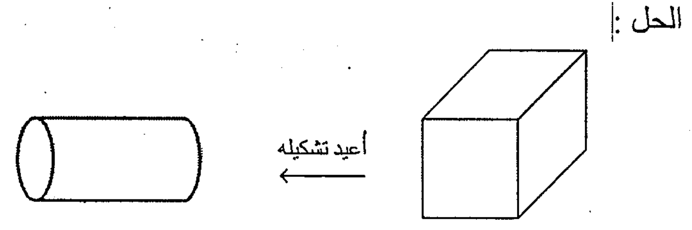
- لو معاك مكعب من الصلصلال و قمت بتشكيله علي هيئة سلك، أيهما أكبر حجم الصلصال عندما كان مكعب أم حجم الصلصال بعدما أصبح سلك ؟؟

← إذا أُعيد تشكيل جسم فإنه يحافظ علي حجمه .
أي أن حجم السلك = حجم المكعب

- لو متوازي مستطيلات شكلته علي هيئة سلك ← حجم المتوازي = حجم السلك.
- لو كرة نحاس شكلتها علي هيئة سلك ← حجم الكرة = حجم السلك ، و هكذا ....
  - حجم المكعب = l^3 = طول الضلع × نفسه ×نفسه
  - حجم متوازي المستطيلات = $l.w.h$ = الطول × العرض × الإرتفاع.

1- **مسألة :** مكعب من النحاس طول ضلعه 10 cm أُعيد تشكيله علي شكل سلك مساحة مقطعه $2\ mm^2$ فإذا علمت أن المقاومة النوعية للنحاس $2 \times 10^{-7}\ \Omega.m$ ، احسب مقاومة هذا السلك ؟ $(50\ \Omega)$

الحل :



$$R = \rho_e \frac{l_{\text{سلك}}}{A}$$

$$Vol_{\text{سلك}} = Vol_{\text{مكعب}} = l^3 = (0.1)^3 = 10^{-3}\ m^2$$

$$A_{\text{سلك}} = 2mm^2 = 2 \times 10^{-6}\ m^2$$

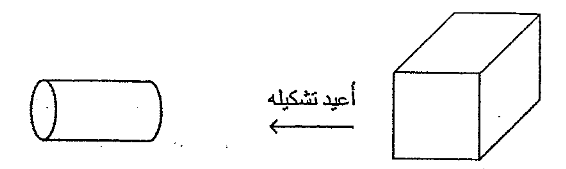
$$\rho_e = 2 \times 10^{-7}\ \Omega.m$$

$$R = \rho_e \frac{l??}{A} = \rho_e \frac{Vol}{A^2} = 2 \times 10^{-7} \times \frac{10^{-3}}{(2\times10^{-6})^2} = 50\ \Omega$$

....

2 – **مسألة :** متوازي مستطيلات من مادة أبعاده $10\ cm \times 20\ cm \times 30\ cm$ أُعيد تشكله علي شكل سلك طوله $20\ m$ فأصبحت مقاومة السلك $10\ \Omega$ ، احسب المقاومة النوعية لتلك المادة ؟؟ $(1.5 \times 10^{-4}\ \Omega.m)$

الحل :



$$Vol_{\text{سلك}} = Vol_{\text{متوازي}} = l.w.h = 0.1 \times 0.2 \times 0.3 = 6 \times 10^{-3}\ m^3$$

طريقة (1)

$$\rho_e = \frac{RA}{L}$$

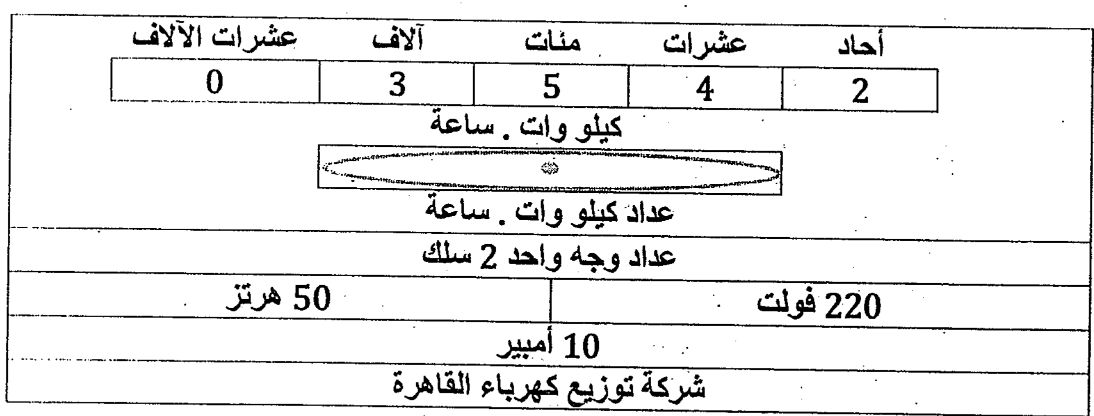
$$\rho_e = \frac{RVol}{l^2} = \frac{10 \times 6 \times 10^{-3}}{(20)^2} = 1.5 \times 10^{-4}\ \Omega$$

طريقة (2)

$$A_{\text{سلك}} = \frac{Vol_{\text{سلك}}}{l_{\text{سلك}}} = \frac{6 \times 10^{-3}}{20} = 3 \times 10^{-4}\ m^2$$

$$\rho_e = \frac{RA}{L} = \frac{10 \times 3 \times 10^{-4}}{20} = 1.5 \times 10^{-4}\ \Omega.m$$

العداد

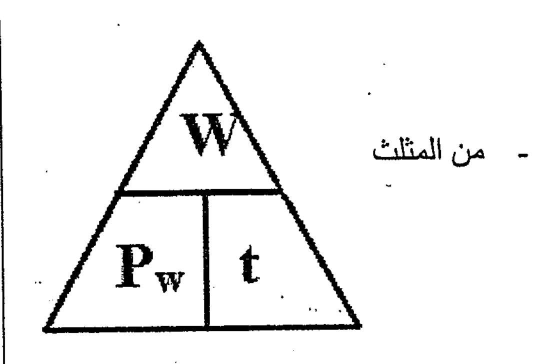


- العداد ... يا تري هو بيعد إيه ؟؟

- وظيفة العداد هي حساب الطاقة الكهربية المستهلكة.
- و قراءة العداد هي المبينة في الشكل الآتي من الرسم
- و يستخدم العداد وحدة الكيلو وات ساعة لحساب الطاقة المستهلكة.

0	3	5	4	2

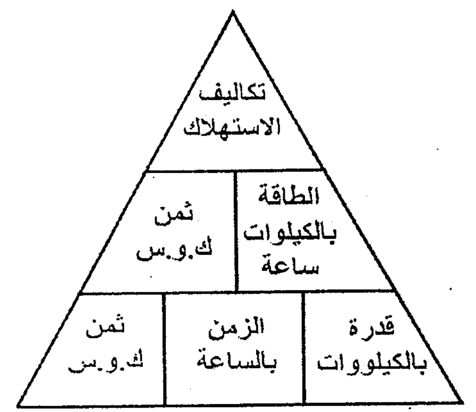
- من المثلث



$$W.S = 1\,J$$
$$W.min = 60\,J$$
$$W.hr = 3600\,J$$
$$KW.hr = 3600{,}000\,J$$
$$KW.hr = 3.6 \times 10^6\,J$$

∴ **الكيلو وات ساعة** : وحدة تجارية لقياس الطاقة الكهربية و يكافيء $3.6 \times 10^6\,J$ و يستخدم في العداد المنزلي .

- كشاف النور لما بيجي يكشف بيكون معاه قراءة الشهر اللي فات اللي هي | 2 | 4 | 5 | 3 | 0 |
و بياخد قراءة الشهر الجديد اللي هي مثلاً | 2 | 9 | 5 | 3 | 0 |
، معني ذلك أنه تم استهلاك 50 كيلو وات ساعة
- و الكيلو وات ساعة مثلا بـ 20 قرش ... اذا تكاليف الإستهلاك تساوي 50×20=1000 قرش (10 جنية)
- من المثلث الآتي يمكننا حساب تكاليف الإستهلاك.



تكاليف الإستهلاك = الطاقة بالكيلو وات ساعة × ثمن ك . و . س

= قدرة لاكيلو وات × الزمن بالساعة × ثمن ك . و . س

مثال: فرضا القاعة اللي انت جالس فيها موجود فيها 3 تكييفات و فرضنا أن كلا منهم 2000 وات و اللمبات و المراوح و الميكروفون 1000 وات ... اذا كلهم 7000 وات يعني 7 كيلو وات و محاضرة الفيزيا 3 ساعات يبقي كدا هنستهلك كام كيلو وات ساعة ؟؟ ← 21 كيلو وات ساعة

ليه ← ضربنا قدرة الأجهزة 7 كيلو وات × الزمن 3 ساعات = 21 كيلو وات ساعة

و مثلا إذا كان الكيلو وات ساعة تكلفته 20 قرش ....

إذا تكاليف الإستهلاك 20 قرش × 21 كيلو وات ساعة

مثال آخر ← فرح علقنا فيه فرعين نور و الفرع الواحد فيه 20 لمبة يعني معانا 40 لمبة و اللمبة 100 وات .... اذا جميع اللمبات 4000 وات يعني 4 كيلو وات ، و اللمبات اشتغلت 12 ساعة يبقي الطاقة المستهلكة 4 كيلو وات × 12 ساعة = 48 كيلو وات . ساعة و الكيلو وات ساعة تكلفته 20قرش،يبقي تكاليف الإستهلاك48كيلو وات ساعة×20قرش.

- ارجع لرسمة العداد .. مكتوب عداد كيلو وات ساعة ← دي عدادات المنازل و يوجد عدادات أخري مكتوب عليها عداد ميجا وات ساعة و تستخدم للمصانع و الأغراض التي تحتاج طاقة هائلة جدا .
- و مكتوب عداد وجه واحد 52 سلك مع العلم أنه يوجد عدادات وجهين (مش موضوعنا)
- مكتوب عندك (220 فولت) معناها أن هذه الكهرباء قوتها الدافعة 220 فولت فلا يمكن أن تشغل جهاز جهده أقل من 220 و إلا سيحترق .

مثال : (تذكر مثال الفانوس)

مثال : عندك جهاز تسجيل مكتوب عليه 110 فولت جيت انت وصلته في الكهربا اللي هي قوتها الدافعة 220 فولت .... مااااالجهاز ☺ .... طبعا الجهاز هيتحرق.

- مكتوب علي العداد (50 هرتز) الرقم ده بيدل علي تردد التيار ، و هناك نوعين من التيار . تيار متردد و تيار مستمر .

<u>التيار المستمر</u> : يتحرك في إتجاه ثابت و اسمه (direct current)

و رمزه : (D.C) — ←— +

مثل : حجر البطارية.

<u>التيار المتردد</u> : فهو التيار الموجود في المنازل ، و هو تيار يغير إتجاهه

و رمزه : (A.C) ∼ و اسمه (*wave alternating current*)

- مكتوب علي العداد (10 أمبير) : يعني أن يمكنك أن تستمد تيار من خلاله لا يزيد عن 10 أمبير و إذا زاد عن ذلك سوف تحدث قفلة .

<u>أين الرسومات دي ؟؟</u>

(1)
50/60 Hz
220 V AC
2.5 A

(2)
50/60 Hz
220 V AC
440 W

- دي بيانات بتبقي مطبوعة علي أي جهاز .
  1- الشركة هنا بتقولك أن الجهاز عايز تيار متردد تردده ما بين 50 ، 60 هرتز ، و هذا يتناسب مع البيانات المكتوبة علي العداد و بتقولك أن الجهاز محتاج لمصدر تيار متردد قوته الدافعة *220 V* و هذا يتلائم مع بيانات العداد ، و بتقولك أن الجهاز بيسحب تيار *2.5 A*
  2- و لكن أغلب الأجهزة مكتوب عليها الشكل (2)

- من المثلث

$$V \times I_{max} = P_{W_{max}}$$

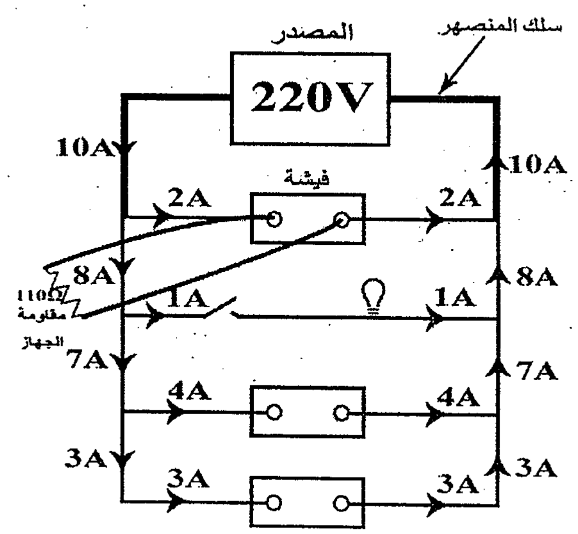
$$220 \times 10 = 2200\ W$$

- أي أن أقصي قدرة للأجهزة التي تعمل معا في آن واحد يجب أن لا تتخطي عن 2200 W و هذا هو حد الأمان.
- و إذا كنت تريد أن تشغل أجهزة تستمد تيار أكثر من 10 أمبير يمكنك أن تستبدل عداد بتيار أعلي مثلاً 40 أمبير و بذلك يزداد حد الأمان من 2200 وات إلي 8800 وات .

س (مهم) : **ما معني أن جهاز مكتوب عليه** (220 V – 440 W) ؟؟

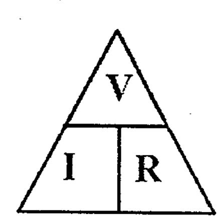
- أي أن هذا الجهاز يحتاج لمصدر قوته الدافعة 220 V و أن هذا الجهاز يستهلك طاقة كهربية 440 J كل ثانية.

الشبكة الكهربية



في الجهاز (1) التيار المطلوب أن يدخله هو 2 A فقط .

ازاي ؟؟ عن طريق مقاومة تحسب قيمتها من المثلث فتوضع مقاومة تساوي $\frac{220}{2} =$ 110 أوم



في اللمبة (2) مطلوب يمر بها تيار 1 A نقوم بغلق المفتاح و توضع مقاومة قيمتها $\frac{220}{1} =$ 220أوم

في الجهاز (4) مطلوب يمر 4 A نقوم بوضع مقاومة $\frac{220}{4} = 55$ أوم

- نلاحظ أن في الشبكة الكهربية يمر أكبر تيار في الجزء من السلك علي جانبي المصدر لذلك تستخدم أسلاك سميكة علي جانبي المصدر.

س (مهم) :**علل :** يستخدم سلك سميك علي جانبي المصدر في الدائرة الكهربية ؟؟

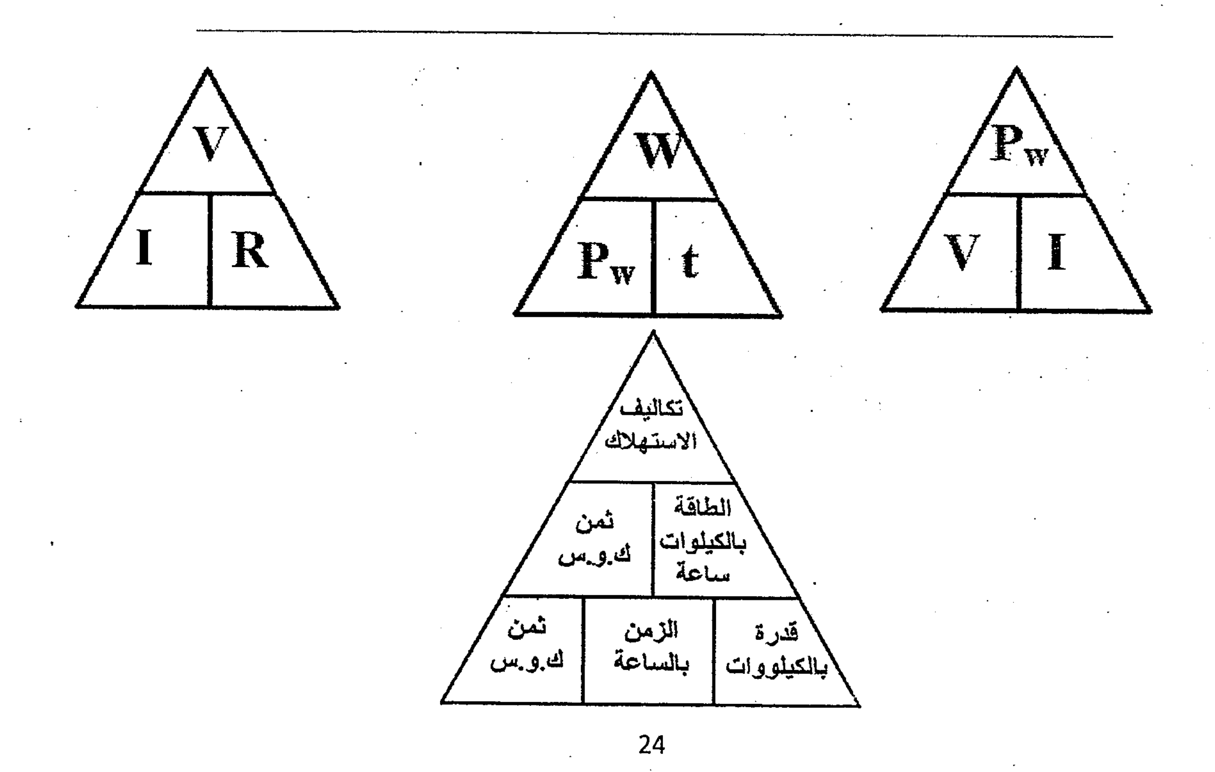
ج : حتي يتحمل شدة التيار الأقوي لأنه يمر به كل تيار الدائرة.

- إذا قمت بتشغيل أجهزة أكثر و مثلا كان التيار المار 15 أمبير ... السلك هيسيح و الشبكة الكهربية هتدمر فما الحل للحفاظ علي الشبكة ؟؟

← نضع سلك من الرصاص اسمه سلك المنصهر و اسمه المنصهر لأن الرصاص ينصهر بسهولة و إذا زاد التيار عن 10 أمبير يحترق سلك المنصهر أولا فيحافظ علي الشبكة الكهربية و يكون سلك رفيع و قصير .

- **سلك المنصهر** : هو سلك رفيعمن الرصاص وظيفته حماية الشبكة الكهربية بالمنازل و إذا احترق يمكن استبداله عن طريف وضع سلك آخر رفيع و من الخطأ تغييره بوضع سلك سميك لأن هذا يؤدي إلي تدمير الشبكة .

- يوجد سلك المنصهر في السيارات.



المحاضرة الرابعة: تابع الكهربية التيارية

محتويات المحاضرة

أفكار سُحب سلك – افكار ثُني سلك – مسائل الحالتين

توصيل المقاومات علي التوالي و التوازي

أفكار سُحب سلك

عندما يقول سُحب سلك أي أن السلك أصبح أطول و أرفع مما كان (كاللبانة) أي أنه زاد طوله و قلت مساحة مقطعه.

- سُحب سلك حيث زاد طوله إلي الضعف فإن مقاومته تزداد إلي 4 أمثالها

نبدأ نكتب القانون و نسجل ما حدث من تغيرات لكل عنصر.

$$R = \rho_e \frac{l}{A} \rightarrow 1 \times \frac{2}{\frac{1}{2}} = 4$$

عند زيادة طول السلك للضعف قلت مساحة مقطعه إلي النصف و لكن تظل ρ_e ثابتة لأنه نفس السلك أي لم يحدث تغيير في نوع المادة. فتزداد المقاومة إلي 4 أمثالها .

- سُحب سلك مقاومته 50 أوم بحيث زاد طوله إلي الضعف فإن مقاومته سوف تصبح 200 أوم (زادت إلي 4 أمثالها)

- سُحب سلك بحيث زاد طوله إلي 3 أمثاله فإن مقاومته سوف تزداد إلي 9 أمثالها

$$R = \rho_e \frac{l}{A} \rightarrow 1 \times \frac{3}{\frac{1}{3}} = 9$$

عند زيادة طول السلك إلي 3 أمثاله فإن مساحة مقطعه تقل إلي الثلث و تظل ρ_e ثابتة و بالتالي فإن المقاومة سوف تزداد إلي 9 أمثالها.

• سُحب سلك بحيث قل نصف قطر مقطعه إلي النصف فإن مقاومته سوف تزداد إلي 16 مرة قدر ما كانت عليه.

$\because A = \pi r^2$

$\downarrow \quad (\downarrow)^2$

بنقص نصف القطر للنصف تقل مساحة المقطع إلي الربع.

$R = \rho_e \frac{l}{A} \rightarrow 1 \times \frac{4}{\frac{1}{4}} = 16$

عندما يقل نصف قطر المقطع إلي النصف تقل مساح المقطع إلي الربع فيزداد طول السلك إلي 4 أمثاله و تظل ρ_e ثابتة ، و بالتالي فإن مقاومته تزداد إلي 16 مرة قدر ما كانت عليه.

• سُحب سلك مقاومته 50 أوم بحيث قل نصف قطر مقطعه للنصف فإن مقاومته سوف تصبح (16×50) = 800 أوم

• سُحب سلك بحيث قل قطر مقطعه إلي النصف فإن مقاومته سوف تزداد إلي 16 مرة قدر ما كانت عليه.

عندما يقل القطر للنصف أيضا يقل نصف القطر للنصف كالمسألة السابقة فبالتالي تزداد المقاومة إلي 16 مرة قدر ما كانت عليه.

• سُحب سلك بحيث قل محيط مقطعه إلي النصف فإن مقاومته سوف تزداد إلي 16 مرة قدر ما كانت عليه.

عندما يقل محيط المقطع إلي النصف يقل أيضا نصف القطر إلي النصف محيط المقطع = $2\pi r$

($\frac{1}{2}$ ، $\frac{1}{2}$)

فتقل مساحة المقطع إلي الربع و يزداد الطول إلي 4 أمثله و بالتالي

تزداد المقاومة إلي 16 مرة قدر ما كانت عليه كالمسألة السابقة

أفكار ثُني سلك

أي أن السلك أصبح أقل طولا و أكثر سمكاً

- ثُني سلك من المنتصف و أعيد توصيله فإن مقاومته سوف تقل إلي الربع.

$$R = \rho_e \frac{l}{A} \rightarrow 1 \times \frac{\frac{1}{2}}{2} = \frac{1}{4}$$

بنقص الطول إلي النصف تزداد مساحة المقطع إلي الضعف و تظل ρ_e ثابتة و بالتالي فإن المقاومة سوف تقل للربع.

مسائل الحالتين

في مسائل الحالتين تُمسك المسألة من ذيلها أي أخر كلمة طلبها في المسألة.

- سلكان طول الأول ضعف الثاني و مساحة مقطع الأول $\frac{2}{3}$ الثاني و المقاومة النوعية للأول $\frac{2}{5}$ الثاني، اوجد النسبة بين مقاومة الأول و مقاومة الثاني.

$$R = \rho_e \frac{l}{A} \xrightarrow{\text{نحوله إلي قانون نسبة}} \frac{R_1}{R_2} = \frac{\rho_{e_1}}{\rho_{e_2}} \frac{l_1}{l_2} \frac{A_2}{A_1} = \frac{2 \times 2 \times 3}{5 \times 1 \times 2} = \frac{6}{5}$$

- سلكان طول الأول 3 أمثال الثاني و كتلة الأول ضعف الثاني و كثافة مادة الأول $\frac{3}{7}$ الثاني و مقاومة الأول $\frac{4}{5}$ من الثاني، اوجد النسبة بين المقاومة النوعية للأول إلي الثاني.

← تمسك المسألة من ذيلها

$$\rho_e = \frac{RA}{l}$$

نجد أنه ذكر في المسألة المقاومة و الطول و لكن لم يذكر مساحة المقطع ، و ذكر الكتلة و الكثافة بدلا منها لذلك نستخدم القانون التالي $m_{\text{سلك}} = \rho_{\text{سلك}} Al$

$$\therefore A = \frac{m}{\rho l}$$

$$\rho_e = \frac{Rm}{l^2 \rho} \xrightarrow{\text{نحوله إلي قانون نسبة}} \frac{\rho_{e_1}}{\rho_{e_2}} = \frac{R_1}{R_2}\frac{m_1}{m_2}\frac{l_2^2}{l_1^2}\frac{\rho_2}{\rho_1} = \frac{4 \times 2 \times 1^2 \times 7}{5 \times 1 \times 3^2 \times 3}$$

$$= \boxed{\frac{56}{135}}$$

- سلكان نصف قطر مقطع الأول ضعف نصف قطر مقطع الثاني و كتلة الأول 3 أمثال الثاني و كثافة الأول $\frac{2}{3}$ الثاني و مقاومة الأول تساوي مقاومة الثاني. اوجد النسبة بين التوصيلية الكهربية للأول إلي الثاني.

← ذيل المسألة هو σ التوصيلية الكهربية

$$\sigma = \frac{l}{RA} = \frac{l}{R\,\pi r^2}$$

نجد أنه لم يذكر في المسألة l و لكن ذكر الكتلة و الكثافة بدلا منها لذلك نستخدم القانون التالي :

$$m_{\text{سلك}} = \rho_{\text{سلك}} A l \rightarrow l = \frac{m}{\rho A} = \frac{m}{\rho\,\pi r^2}$$

$$\therefore \sigma = \frac{m}{\rho\,(\pi r^2)\,R} \xrightarrow{\text{نحوله إلي قانون نسبة}} \frac{\sigma_1}{\sigma_2} = \frac{m_1\, r_2^2\, R_2^2\, \rho_2}{m_2\, r_1^2\, R_1^2\, \rho_1}$$

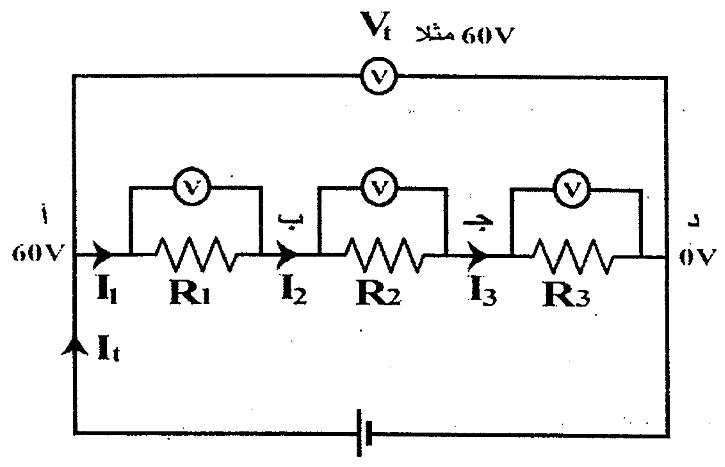
$$\therefore \frac{\sigma_1}{\sigma_2} = \frac{3 \times (1^2) \times 1 \times 3}{1 \times (2^2) \times 1 \times 2} = \boxed{\frac{9}{32}}$$

توصيل المقاومات علي التوالي

التوالي ← هو انك تفعل شيئ ثم الآخر ثم الثالث (الشئ تلو الآخر)

تذكر مثال 1 : (السيدة المعلولة ☺ ☺) التي تطبخ الطعام خطوة تلو الأخري

تذكر مثال 2 : (المدرس الذي يضرب الطلاب) فهو يضرب طالب ثم الثاني ثم الثالث و هكذا ...... " الطالب تلو الآخر "



نتحدث أولا عن (I) ثم (V) ثم (R)

(I) ←

نجد أن R_1 تنقل التيار من أ إلي ب ، R_2 تنقل التيار من ب إلي جـ ، R_3 تنقل التيار من جـ إلي د

إذن فهم يعملون علي التوالي

مثال : إذا كان لديك مصباح و بطارية و مقاومة موصلين ببعضهما و المصباح مضيء ، فإذا قمت بإضافة مقاومة أخري علي التوالي، تلاحظ أن إضاءة المصباح قلت لأن المقاومة زادت مع ثبوت فرق الجهد فبالتالي يقل التيار في الدائرة كلها.

و إذا قمت بإضافة مقاومة أخري نلاحظ أن الإضاءة قلت أكثر و ذلك لأن التيار الكلي قل.

∴ كل ما تزيد المقاومات يقل التيار الكلي.

∴ التيار في دائرة التوالي ثابت .

$$I_t = I_1 = I_2 = I_3$$

(V) ←

إذا أحضرنا فولتميتر و وصلناه بين طرفي الدائرة أ،د نجد أنه يقيس فرق الجهد بين طرفي المجموعة V_t ، فإذا قرأ مثلا 60 V حيث أن الجهد عند (أ) 60 V و عند (د) 0 V فيكون فرق الجهد 60 V

تذكر ما معني أن فرق الجهد 60 V ؟؟ ← أي أننا نبذل شغلا قدره 60 J لتحريك شحنة مقدارها 1 كولوم بين النقطتين.

تذكر مثال (الفار و السرداب و الكرة)

البطارية موصل الكولوم الذي يُدفع

- فار يسري في سرداب ضيق يدفع أمامه كرة و يمر في السرداب علي ثلاث ممرات ضيقة (مقاومات) فيحتاج إلي بذل شغل لعبور تلك الممرات 60 J

أي أن الشغل الذي يُبذَل هو عبارة عن مجموع الشغل عبر المقاومات الثلاث

ملاحظات :-

- إذا كانت المقاومات متساوية فإنه يُبذل فيها شغل متساوي أي أن فرق الجهد عبر كل مقاومة يكون 20 V
- إذا كانت المقاومات مختلفة مثلا $R_1 = 20\Omega$ ، $R_2 = 10\Omega$ ، $R_3 = 10\Omega$ نجد أن R_1 (الكبيرة) العبور منها صعب فيكون جهدها 30 V و المقاومة R_2 تستهلك جهد 15 V ، R_3 تستهلك أيضا 15 V

و بالتالي نستنتج أن :

- يقسم فرق الجهد بين طرفي المجموعة المتوالية علي مقاومات المجموعة المتوالية بنفس نسبتها.

إزاي ؟؟ بنفس نسبتها ليه ؟؟

ليه؟؟ لأن :

$V_1 = I_1 R_1 , V_2 = I_2 R_2$

، $I_1 = I_2 = I_3 = I_t$

$\therefore V \propto R$

أي أن المقاومة الأكبر تستهلك جهد أكبر و العكس.

س (هام) : استنتج قانون توصيل المقاومات علي التوالي.

جـ :

أولا : الرسم مطلوب و أساسي و هي الدائرة المذكورة في الورق.

ثانيا :

$$\because V_t = V_1 + V_2 + V_3 + \ldots..$$

$$\therefore I_t R_t = I_1 R_1 + I_2 R_2 + I_3 R_3 + \ldots.$$

$$\because I_t = I_1 = I_2 = I_3 = \ldots..$$

$$\therefore R_t = R_1 + R_2 + R_3 + \ldots.. \quad \#\#$$

- إذا قمت بتوصيل عدة مقاومات علي التوالي سوف تحصل علي مقاومة كبيرة من عدة مقاومات صغيرة (و هذا هو الغرض من التوصيل علي التوالي)
- و إذا كانت المقاومات المتوالية متساوية ... إذن نستخدم القانون :

$$R_t = N\, r$$

حيث : r هي قيمة المقاومة الواحدة

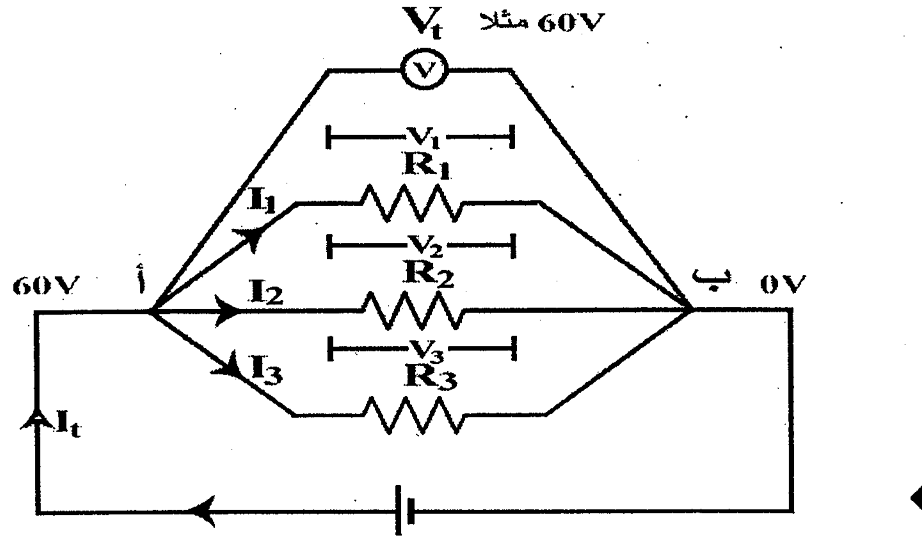
N عدد المقاومات الموصلة علي التوالي

توصيل المقاومات علي التوازي

التوازي ← هو انك تفعل أكثر من شئ في آن واحد .

تذكر مثال : (السيدة التي تطبخ الطعام في آن واحد أي علي التوازي)

تذكر مثال : (المدرس الذي يستعين بالمساعدين ليضرب الطلاب في آن واحد أي علي التوازي)



(V) ←

إذا احضرنا فولتميتر و وصلناه بين طرفي الدائرة أ ، ب نجد أن القراءة 60 V

، لنعرف فرق الجهد علي كل مقاومة نجد أن :

- R_1 موصلة بين نقطة جهدها 60 V و نقطة جهدها 0 V أي أن فرق الجهد عبر R_1 هو 60 V
- R_2 أيضا موصلة بين نفس النقطتين فيكون فرق الجهد بين طرفيها 60 V
- R_3 أيضا فرق الجهد بين طرفيها 60 V

$$\therefore V_t = V_1 = V_2 = V_3$$

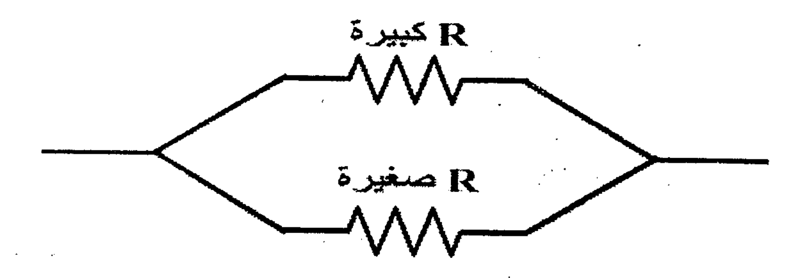
(I) ←

I_t الذي يسري في الدائرة نجد أنه يقابله 3 طرق و يتجزأ علي 3 فروع المقاومات إلي I_3, I_2, I_1

أي أنه يقسم تيار المجموعة علي مقاومات المجموعة المتوازية .

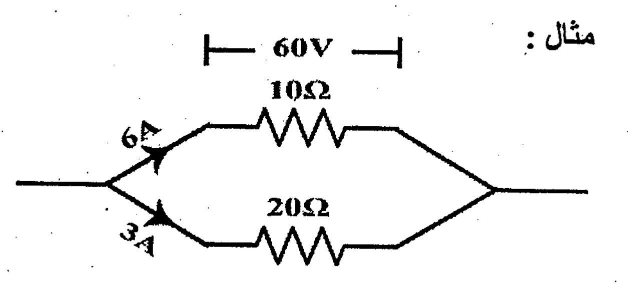
← إزاي ؟؟ بعكس نسب المقاومات ← (السيارات التي تسري في الشارع إذا قابلها شارعين أحدهما واسع و ممتد و الآخر ضيق و غير ممتد نجد أن السيارات أغلبها تمر من الشارع الواسع و قليل منهم يمر من الشارع الضيق)

إسقاط من ذلك المثال :



الشارع الواسع يمثل موصل مساحة مقطعه كبيرة أي أن مقاومته صغيرة فيمر به تيار أكبر ، أما الشارع الضيق يمثل موصل مساحة مقطعه صغيرة أي أن مقاومته كبيرة فيمر به تيار أقل.

مثال :



• نجد أن في الفرع 10 Ω يمر تيار قيمته

$$I_1 = \frac{V}{R_1} = \frac{60}{10} = 6\ A$$

و في الفرع 20 Ω يمر تيار قيمته

$$I_2 = \frac{V}{R_2} = \frac{60}{20} = 3\ A$$

و بالتالي نجد أن المقاومات مقسمة بنسبة 1:2 و لكن التيار مقسم بنسبة 2:1

ليه ؟؟ لأن $I_1 = \frac{V}{R_1}$, $I_2 = \frac{V}{R_2}$, $I_3 = \frac{V}{R_3}$

$\therefore I \propto \frac{1}{R}$ نظرا لثبات V

س (هام) : استنتج قانون توصيل المقاومات علي التوازي.

جـ :

أولا : الرسم.

ثانيا :

$$\because I_t = I_1 + I_2 + I_3 + \ldots\ldots$$

$$\therefore \frac{V_t}{R_t} = \frac{V_1}{R_1} + \frac{V_2}{R_2} + \frac{V_3}{R_3} + \ldots\ldots$$

$$\because V_t = V_1 = V_2 = V_3 = \ldots\ldots$$

$$\therefore \frac{1}{R_t} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \ldots\ldots$$ ##

تكون محصلة مجموعة مقاومات موصلة علي التوازي أقل من أقل مقاومة

Ⓡ ←

إذا كان لدينا سلك سميك و سلك وسط و سلك رفيع موصلين علي التوازي بين نفس النقطتين يكون السلك السميك هو الرئيسي لأنه يمر به أكبر تيار و هو صاحب أقل مقاومة.

20Ω

10Ω

2Ω

إذا قمنا بضم الموصلين 2Ω ، 10 Ω نجد أن مساحة المقطع زادت بتوصيلهم معا علي التوازي و بالتالي تقل المقاومة و يزداد I الكلي و كذلك إذا ضمينا إليهم الموصل الثالث 20 Ω

• في حالة المقاومات المتساوية المتوازية تستخدم القانون :

$$R_t = \frac{r}{N}$$

حيث : r قيمة المقاومة الواحدة.

N عدد المقاومات المتوازية.

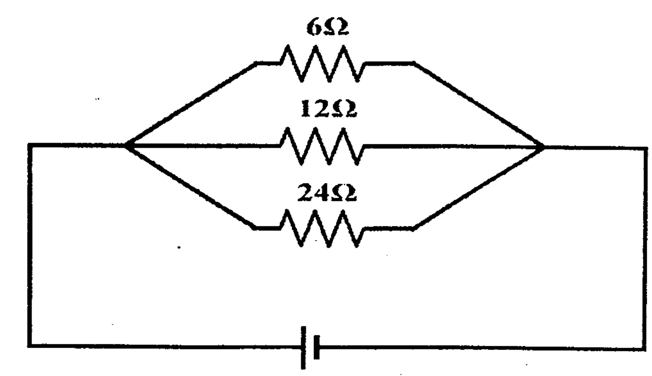
- إذا كان لديك مصباح و بطارية و مقاومة و هذا المصباح إضاءته قليلة نقوم بتوصيل مقاومات علي التوازي حتي تقل الكقاومة الكلية فيزداد التيار الكلي فتزداد إضاءة المصباح.

مثال : أوجد المقاومة المكافئة:-

$$\frac{1}{R_t} = \frac{1}{6} + \frac{1}{12} + \frac{1}{24} = \frac{4}{24} + \frac{2}{24} + \frac{1}{24}$$

$$= \frac{7}{24}$$

$$\therefore R_t = \frac{24}{7} = 3\frac{3}{7}\ \Omega$$ ← أقل من أقل مقاومة



ملخص القوانين

التوصيل علي التوالي

$$R_t = R_1 + R_2 + R_3$$

- عند تساوي المقاومات المتوالية:

$$R_t = rN$$

التوصيل علي التوازي

$$\frac{1}{R_t} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}$$

- عند تساوي المقاومات المتوازية:

$$R_t = \frac{r}{N}$$

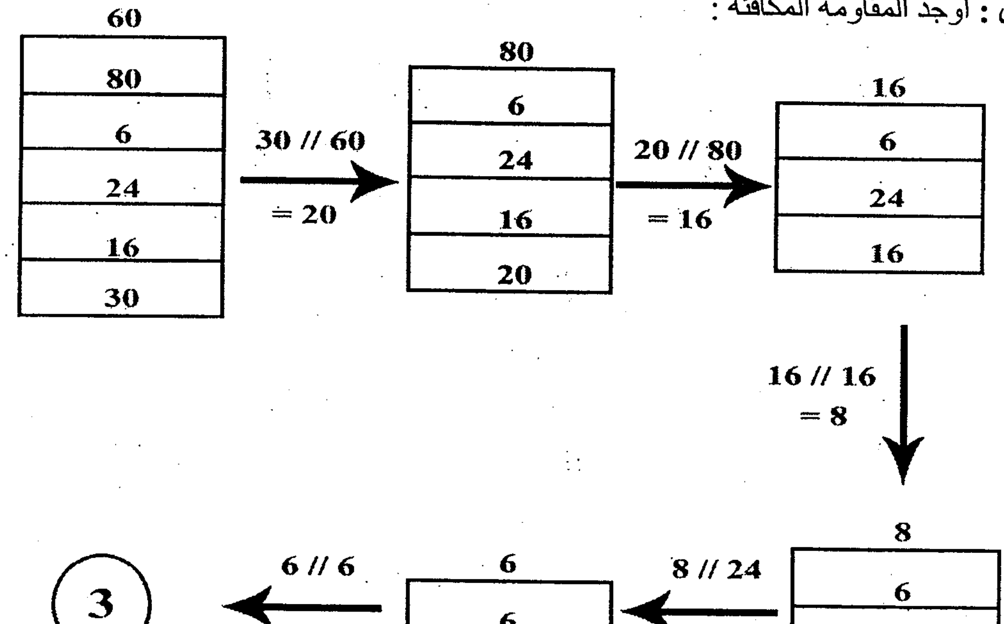
- في حالة مقاومتين فقط :

$$\frac{1}{R_t} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}$$

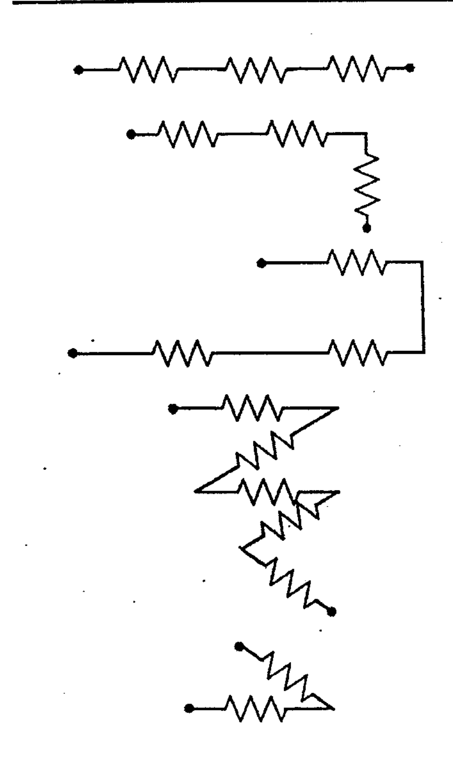
$$\frac{1}{R_t} = \frac{R_1}{R_1R_2} + \frac{R_2}{R_1R_2} = \frac{R_1+R_2}{R_1R_2}$$

$$R_t = \frac{R_1R_2}{R_1+R_2} \Rightarrow \frac{\text{ضربهم}}{\text{جمعهم}}$$

مثال : اوجد المقاومة المكافئة :

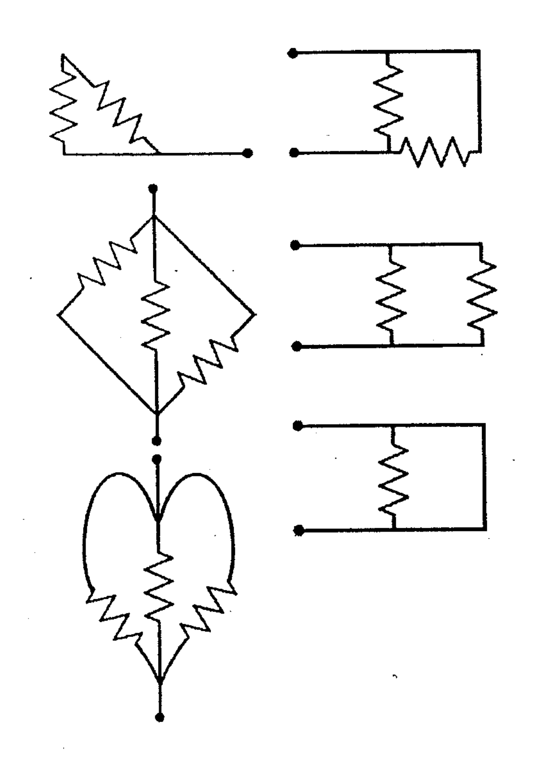


أشكال المقاومات الموصلة علي التوالى

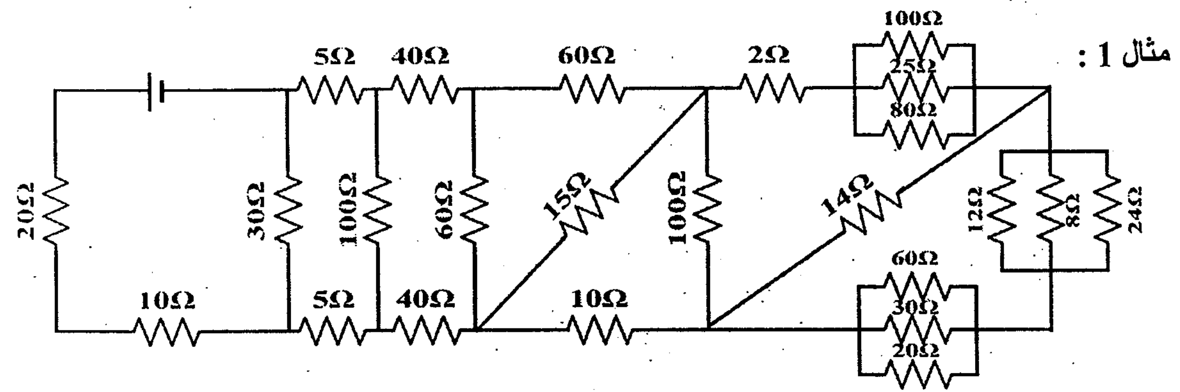




أشكال المقاومات الموصلة علي التوازى



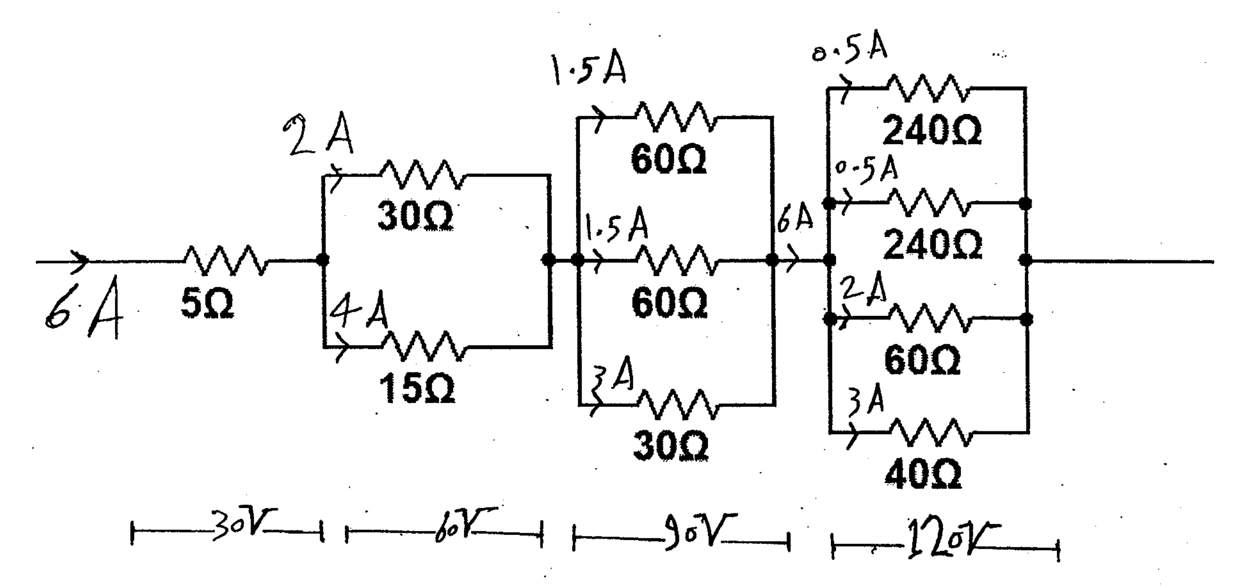
مثال 1 :



4 = 12 // 8 // 24 -1 ،
14 = 10 + 4 -2 ،
16 = 80 // 25 // 100 -3 ،
20 = 100 // 25 -4 ،
10 = 15 // 30 -5 ،
20 = 60 // 30 -6 ،
50 = 100 // 100 -7 ،
50 = 20 + 10 + 20 **-8**

10 = 20 // 30 // 60
7 = 14 // 14
25 = 2 + 7 + 16
30 = 10 + 20
30 = 20 + 10
100 = 40 + 40 + 20
60 = 5 + 5 + 50

- مثال 2 :



1- في التوالي يكون التيار ثابت بمعنى أن في الرسم السابق يكون التيار 6A في المقاومة الأولى 5Ω ويكون مجموعه في المقاومتين الثانيتين 6A ومجموعه في الثلاث مقاومات 6A ومجموعه في الأربع مقاومات 6A

2- في التوالي يُقسم الجهد بنفس نسب المقاومات بمعنى أنه في المثال السابق قيم المقاومات :

R	5Ω	10Ω	15Ω	20Ω
نسب المقاومات	1	2	3	4
الجهد	30V	60V	90V	120V

3- في التوازي يكون الجهد ثابتًا بمعنى أنه في المثال السابق جهد المقاومتين 30Ω , 15Ω يكون 60V
(جهد المجموعة 60V وجهد المقاومة 30Ω يكون 30V وجهد المقاومة 15Ω يكون 60V)

4- يُقسم التيار في التوازي بعكس نسب المقاومات.

قيمة الإنسان هي ما يضيفه إلى الحياة بين ميلاده وموته

د.مصطفى محمود

- مثال 3 (هام) :

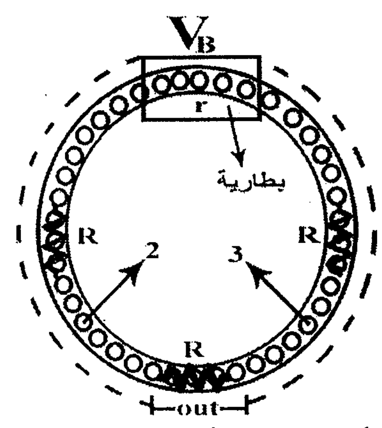
....
....
....
....
....
....
....
....
....
....
....
....

المحاضرة الخامسة: تابع الكهربية التيارية

محتويات المحاضرة

قانون أوم للدوائر المغلقة – أمثلة علي قانون أوم للدوائر المغلقة – فكرة السلك الفاضي – مسائل فتح و غلق المفتاح – بعض أفكار و مسائل الواجب – فكرة شيل السلك و حط نقطة – فكرة التيار مبيعديش

قانون أوم للدوائر المغلقة



- في الشكل الموضح أمامك بطارية بداخلها شحنات و لها مقاومة داخلية r_{in} في دائرة كهربية يمر بها تيار و هذه الدائرة بها أيضا شحنات و يوجد بها مقاومات R_{out} تسمي مقاومات خارجية.
- هل التيار في الدائرة التي أمامك قوي أم ضعيف ؟؟

الإجابة :علي حسب الدوافع و المعوقات أي (r , R , V_B) لذلك لا يمكن قول أن التيار قوي أو ضعيف

- و حيث أن التيار المناسب يتناسب طرديا مع الدوافع و عكسيا مع المعوقات (معوقات داخلية و معوقات خارجية)

أي أن بالمنطق نجد أن :

التيار المناسب = $\frac{\text{الدوافع}}{\text{المعوقات}}$ ← $I = \frac{V_B}{R_{out}+r_{in}}$

و هذا هو **قانون أوم للدوائر المغلقة :**

التيار الكلي في الدائرة يساوي حاصل قسمة القوة الدافعة الكهربية علي مجموع المقاومات الخارجية و الداخلية.

- **و يمكن حساب و استنتاج قانون أوم للدوائر المغلقة كالآتي :**

- بما أن الشغل الذي تبذله البطارية W_B ينقسم إلي شغل خارجها و شغل داخلها .

$\because W_B = W_{out} + W_{in}$

$\therefore P_{w_B} t = P_{w_{out}} t + P_{w_{in}} t$

[t هو زمن مرور الشحنات داخل البطارية] = [t هو زمن مرور الشحنات خارج البطارية] = [t هو الزمن اللازم لتشغيل البطارية]

$\therefore$ الزمن ثابت و يمكن القسمة عليه و نجد :

$$P_{W_B} = P_{W_{out}} + P_{W_{in}}$$

P_{W_B} هو قدرة البطارية أي الشغل الذي تبضلة البطارية كليا في الثانية.

$\because V_B I_B = V_{out} I_{out} + V_{in} I_{in}$

[I_{out} هو التيار الذي يمر خارج جسم البطارية] = [I_B هو التيار الذي انتجته البطارية]
= [I_{in} هو التيار الذي يمر داخل جسم البطارية]

$\therefore$ التيار ثابت يمكن القسمة عليه و نجد :

$\therefore V_B = V_{out} + V_{in}$ ➔ $V_B = I_{out} R_{out} + I_{in} r_{in}$ ➔ $V_B = I(R_{out} + r_{in})$

$$\therefore I = \frac{V_B}{R_{out} + r_{in}}$$

[الشغل الذي يُبذل داخل البطارية لنقل الشحنات] [الشغل الذي يُبذل خارج البطارية لنقل الشحنات]

[الجهد المستنفذ داخل البطارية] [الجهد المستنفذ خارج البطارية]

طريقة أخري لإستنتاج قانون أوم للدوائر المغلقة :

$W_B = W_{out} + W_{in}$

$V_B Q_B = V_{out} Q_{out} + V_{in} Q_{in}$

[Q_{in} الشحنة التي تحركت داخل البطارية]

[Q_{out} الشحنة التي تحركت خارج البطارية] [Q_B الشحنة التي دفعتها البطارية]

- هل $Q_B = Q_{out} = Q_{in}$ ؟؟

ارجع للشكل في ص2 ، و انظر إلي Point 1 ، Point 2 ، Point 3 ....

من يتحرك أولا عند غلق الدائرة ؟؟

← نجد أن 1 ، 2 ، 3 كلهم يتحركوا في آن واحد و عند قطع التيار يقفوا في آن واحد.

مثال توضيحي : (قرص التليفون القديم عندما تطلب رقم يتحرك جميع الدوائر في نفس الوقت)

∴ الـ Q المتحركة في جميع أجزاء الدائرة متساوية.

$$Q_B = Q_{in} = Q_{out}$$

و يمكن القسمة علي Q

$$\therefore V_B = V_{out} + V_{in}$$

$$V_B = I_{out}R_{out} + I_{in}r_{in}$$

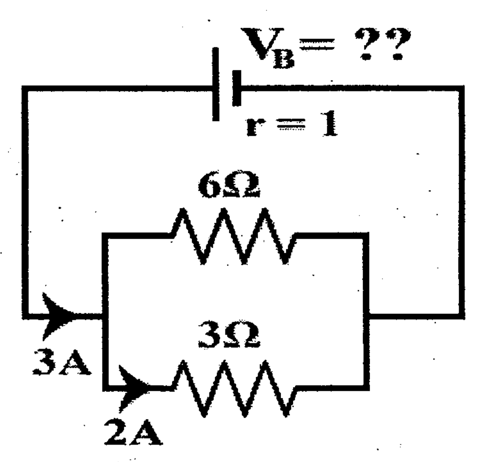
$$V_B = I(R_{out} + r_{in})$$

$$\therefore I = \frac{V_B}{R_{out}+r_{in}}$$

$$I = \frac{V_{B_S}}{R_S+r_S}$$

(الكلي أو العمومي)

- من الرسم استنتج قيمة V_B ....

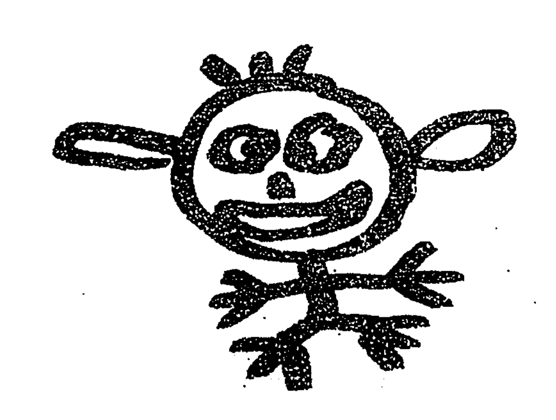


$$R_{out} = \frac{3\times6}{3+6} = 2\ \Omega$$

$$r_{in} = 1\ \Omega$$

$$V_B = I_{عمومي}(R_{out} + r_{in})$$

طريقة العفريت



$$V_{عفريت} = I_{عفريت} R_{عفريت}$$

$$I_{عفريت} = \frac{V_{عفريت}}{R_{عفريت}}$$

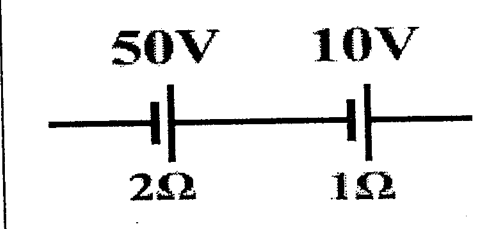
$$V_{تحت} = I_{تحت} R_{تحت} = 2 \times 3 = 6\,V$$

$$I_{فوق} = \frac{V_{فوق}}{R_{فوق}} = \frac{6}{6} = 1\,A$$

$$\therefore I_{عمومي} = I_{فوق} + I_{تحت} = 1 + 2 = 3\,A$$

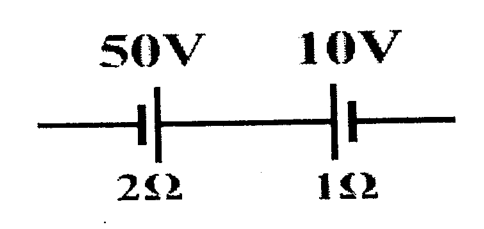
$$\therefore V_B = 3 \times (2 + 1) = 9\,V$$

- يمكن أن تجد في دائرة أكثر من بطارية أي أكثر من V_B و كذلك أكثر من r كالآتي :



- هنا نجد أن البطاريتين تدفعان التيار في نفس الإتجاه (الإتجاه التقليدي) فبالتالي تكون محصلة الـ V_B مجموعهم أي أن :

$$V_B = 50 + 10 = 60\,V$$



- هنا نجد أن البطاريتين تدفعان التيار في عكس اتجاه بعضهما فبالتالي تكون محصلة الـ V_B طرحهم أي أن :

$$V_B = 50 - 10 = 40\,V$$

س ← لماذا يوضع بطاريتين بدلا من بطارية واحدة ؟؟

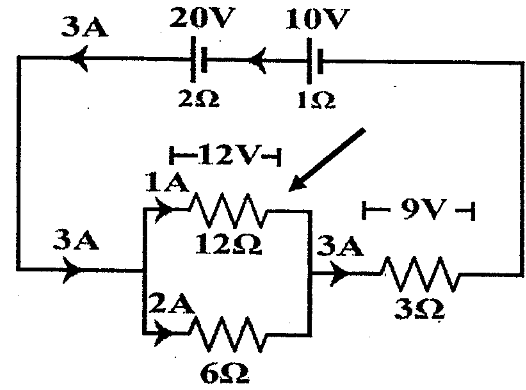
ذلك لتقوم إحداهما بشحن الأخري أي تقوم إحداهما بدفع الإلكترونات داخل الأخري (حيث تقوم البطارية ذات V_B الأكبر بشحن البطارية ذات V_B الأصغر).

- و أيضا تُجمع المقاومات الداخلية في الحالتين أي $r = 2+1 = 3\ \Omega$ (لاحظ لا تطرح المقاومات)

- و أيضا تجمع المقاومات الخارجية حيث يمكن أن توجد أكثر من مقاومة في الدائرة.

أمثلة علي قانون أوم للدوائر المغلقة

مثال 1 :



إذا طلب منك أن تحسب قدرة المقاومة $12\ \Omega$ (المشار إليها) ..

ما الخطأ في السؤال ؟؟

- لا يمكن القول بأن المقاومة لها قدرة و ذلك لأنها لا تبذل شغلا و لكن يُبذل فيها شغلا ، لذلك يمكننا قول (القدرة المستنفذة في المقاومة) و ذلك من قبل البطارية التي تدفع الشحنات.

- احسب القدرة المستنفذة في المقاومة $12\ \Omega$.
  - (نستخدم طريقة العفريت)

$$P_{W_{\text{عفريت}}} = V_{\text{عفريت}} I_{\text{عفريت}} = I^2_{\text{عفريت}} R_{\text{عفريت}} = \frac{V^2_{\text{عفريت}}}{R_{\text{عفريت}}}$$

$$P_{W_{12\,\Omega}} = V_{12}\ I_{12} = I^2_{12}\ R_{12} = \frac{V^2_{12}}{R_{12}}$$

- **ملاحظات :-**

في مسائل الدوائر المغلقة قبل أن تأتي بالمطلوب المذكور في المسألة تقوم بحساب كل ما هو مجهول..ازاي ؟؟

- (تخبط علي المسألة 3 خبطات)

1- الخبطة الأولي .. تحسب الـ V_B

- $V_B = 10 + 20 = 30\ V$

2- الخبطة الثانية .. تحسب r_{in} ، R_{out}

- $r_{in} = 2 + 1 = 3\ \Omega$
- $R_{out} = \frac{12\times6}{12+6} + 3 = 7\ \Omega$

3- الخبطة الثالثة .. تحسب $I_{\text{العمومي}}$

- $I_{\text{العمومي}} = \frac{V_B}{R_{out}+r_{in}} = \frac{30}{10} = 3\ A$
- $V_{\text{مجموعة}}(12\Omega, 6\Omega) = I_{\text{مجموعة}} R_{\text{مجموعة}} = 3 \times \frac{12\times6}{12+6} = 12\ V$
- $I_{\text{فوق}}(12\Omega) = \frac{V_{\text{فوق}}}{R_{\text{فوق}}} = \frac{12}{12} = 1\ A$
- $I_{\text{تحت}}(6\Omega) = \frac{V_{\text{تحت}}}{R_{\text{تحت}}} = \frac{12}{6} = 2\ A$
- $V(3\Omega) = I_{3\Omega} R_{3\Omega} = 3 \times 3 = 9\ V$

$\therefore V_{out} = V_{\text{مجموعة}} + V_{3\Omega} = 12 + 9 = 21\ V$

(بطريقة العفريت) $= I_{out} R_{out} = 3 \times 7 = 21\ V$

- $V_{in} = I_{in} r_{in} = 3 \times 3 = 9\ V$

$\because V_B = V_{out} + V_{in} = 21 + 9 = 30\ V$ #

- $P_{W_{12\,\Omega}} = V_{12} I_{12} = 12 \times 1 = 12\ watt$

(بطريقة العفريت)

$= I_{12}^2 R_{12} = (1)^2 \times 12 = 12\ watt$ (الطريقة المفضلة)

$= \frac{V_{12}^2}{R_{12}} = \frac{(12)^2}{12} = 12\ watt$

- $P_{W_{6\,\Omega}} = I_{6\,\Omega}^2 R_{6\Omega} = (2)^2 \times 6 = 24\ watt$

(بطريقة العفريت)

- $P_{W_{3\,\Omega}} = I_{3\,\Omega}^2 R_{3\Omega} = (3)^2 \times 3 = 27\ watt$
- $P_{out} = P_{W_{12}} + P_{W_6} + P_{W_3} = 12 + 24 + 27 = 63\ watt$

(بطريقة العفريت) $= I_{out}^2 R_{out} = (3)^2 \times 7 = 63\ watt$

- $P_{W_{in}} = I_{in}^2 r_{in} = (3)^2 \times 3 = 27\ watt$

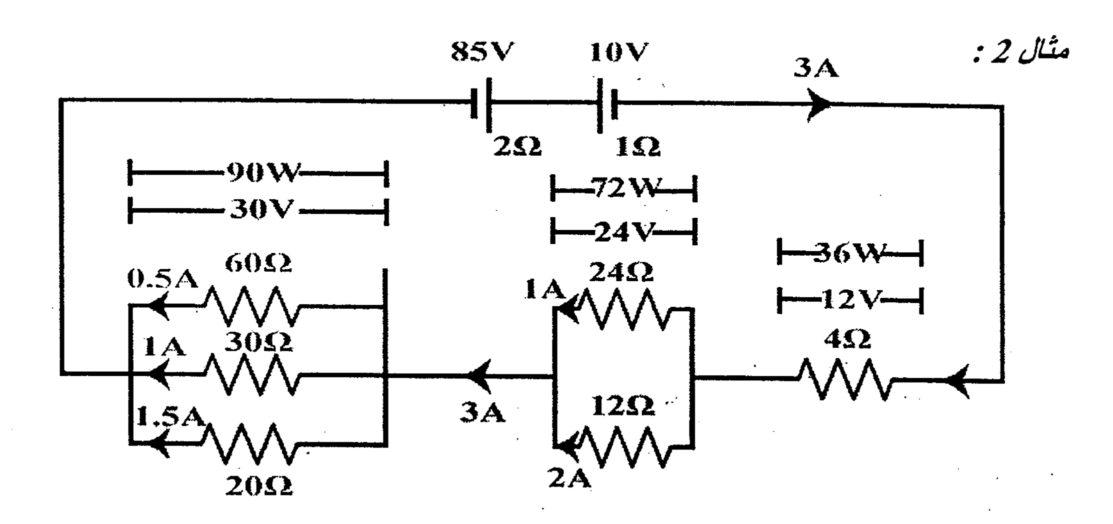
(بطريقة العفريت)

- $P_{W_B} = P_{W_{out}} + P_{W_{in}} = 63 + 27 = 90\ watt$

(بطريقة العفريت) $= V_B I_B = I_B^2 (R_{out} + r_{in}) = \frac{V_B^2}{(R_{out} + r_{in})} = 30 \times 3 = 90\ V$

....

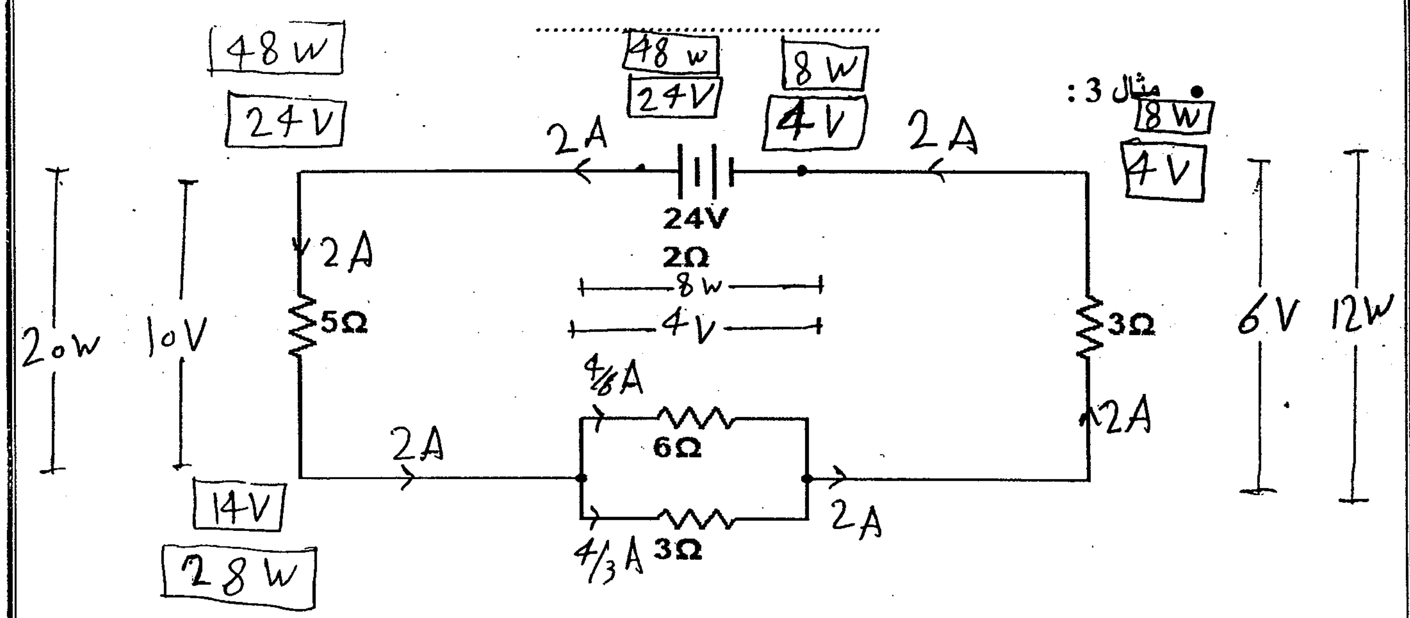
مثال 2 :



- $V_B = 85 - 10 = 75\,V$
  (طرح لأن البطاريتين عكس بعض و يسير التيار في إتجاه البطارية القوية)
- $r = 2 + 1 = 3\,\Omega$
- $R_{out} = 10 + 8 + 4 = 22\,\Omega$
- $I_{\text{عمومي}} = \frac{V_B}{R_{out}+r_{in}} = \frac{75}{22+3} = 3\,A$
- $V_{4\,\Omega} = I_{4\,\Omega}\,R_{4\,\Omega} = 3 \times 4 = 12\,V$
- $P_{W_{4\,\Omega}} = I_{4\,\Omega}^2\,R_{4\,\Omega} = (3)^2 \times 4 = 36\,watt$
- $V_{\text{مجموعة}}(24\Omega, 12\Omega) = I_{\text{مجموعة}}\,R_{\text{مجموعة}} = 3 \times \frac{24\times12}{24+12} = 24\,V$
- $P_{W_{\text{مجموعة}}}(24\Omega, 12\Omega) = I_{\text{مجموعة}}^2\,R_{\text{مجموعة}} = (3)^2 \times 8 = 72\,V$
- $I_{24} = \frac{V_{24}}{R_{24}} = \frac{24}{24} = 1\,A$
- $I_{12} = \frac{V_{12}}{R_{12}} = \frac{24}{12} = 2\,A$
- $V_{\text{مجموعة}}(60\Omega, 30\Omega, 20\Omega) = I_{\text{مجموعة}}\,R_{\text{مجموعة}} = 3 \times 10 = 30\,V$
- $I_{60} = \frac{V_{60}}{R_{60}} = \frac{30}{60} = 0.5\,A$
- $I_{30} = \frac{V_{30}}{R_{30}} = \frac{30}{30} = 1\,A$
- $I_{20} = \frac{V_{20}}{R_{20}} = \frac{30}{20} = 1.5\,A$
- $P_{W_{\text{مجموعة}}}(60,30,20) = I_{\text{مجموعة}}^2\,R_{\text{مجموعة}} = (3)^2 \times 10 = 90\,W$
- $V_{out} = 30 + 24 + 12 = 66\,V$
  $(\text{بالعفريت}) = I_{out}\,R_{out} = 3 \times 22 = 66\,V$
- $V_{in} = I_{in}\,r_{in} = 3 \times 3 = 9\,V$
- $V_B = V_{out} + V_{in} = 66 + 9 = 75\,V$

- $P_{W_{out}} = 90 + 72 + 36 = 198\,W$
  $\left(\text{بالعفريت}\right) = I_{out}^2\, R_{out} = (3)^2 \times 22 = 198\,W$
- $P_{W_{in}} = I_{in}^2\, r_{in} = (3)^2 \times 3 = 27\,W$
- $P_{W_B} = P_{W_{out}} + P_{W_{in}} = 198 + 27 = 225\,W$
  $\left(\text{بالعفريت}\right) = V_B\, I_B = 75 \times 3 = 225\,W$

- مثال 3 :



الخطوة الأولى : $R_{out} = 5 + 2 + 3 = 10\Omega$, $r = 2\Omega$, $V_B = 24V$

الخطوة الثانية : $I = \frac{V_B}{R_{out}+r_{in}} = 2A$

الخطوة الثالثة : كتابة شدة التيار على كل فرع.

الخطوة الرابعة : حساب الجهد المبذول في كل مقاومة :

$$V_B = 24V\,, V_{in} = Ir_{in} = 4V\,, V_{out} = IR_{out} = 20V$$

الخطوة الخامسة : حساب القدرة المستنفذة في كل مقاومة $P_w = VI = I^2R$

$$P_{w_B} = V_B I = 24 \times 2 = 48\,W = I^2(R + r) = 4 \times 12 = 48\,W$$

$$P_{w_{in}} = V_{in} I = 4 \times 2 = 8\,W = I^2 r_{in} = 4 \times 2 = 8\,W$$

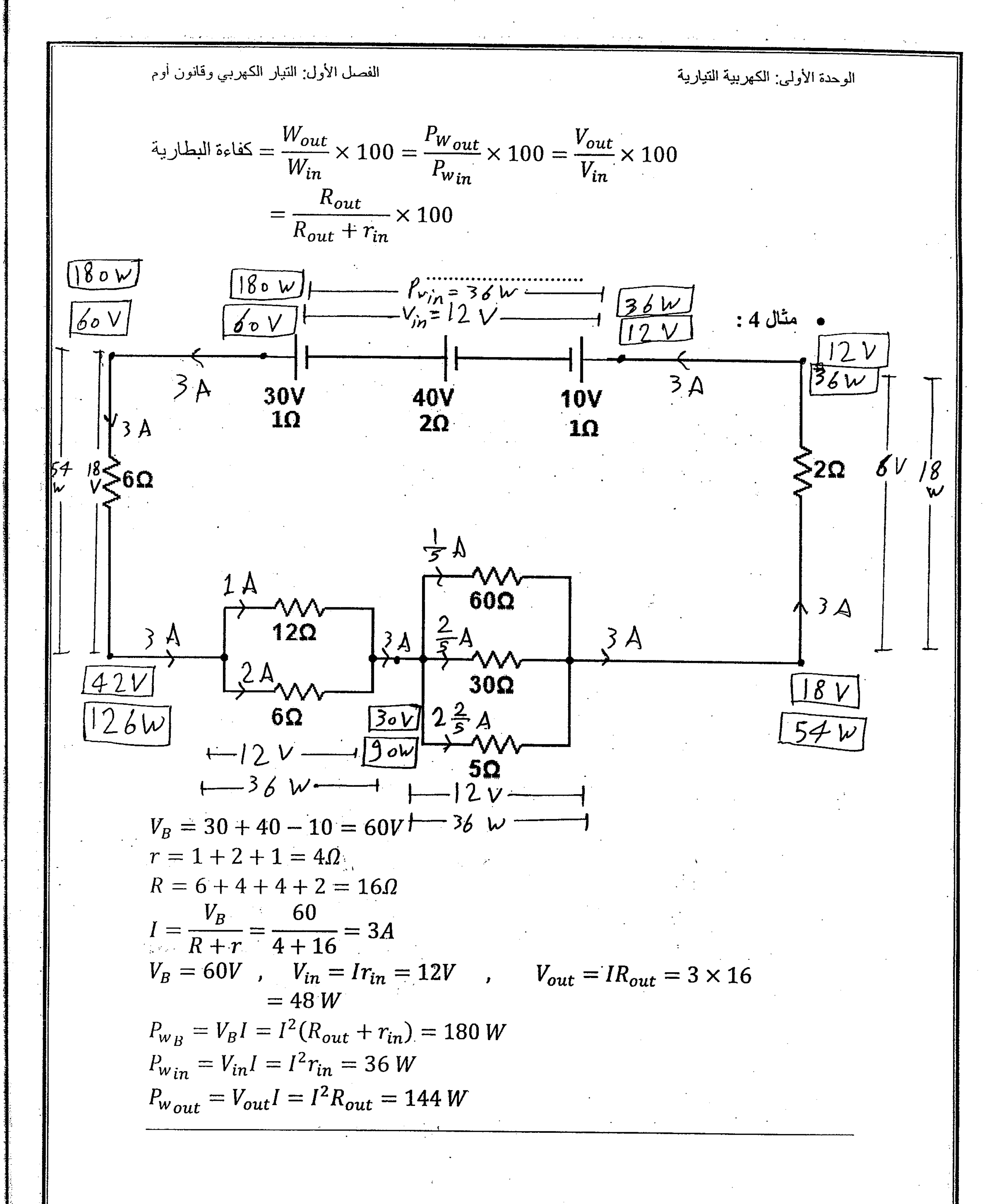
$$P_{w_{out}} = P_{w_B} - P_{w_{in}} = 40\,W = V_{out} I = 20 \times 2 = 40\,W$$

$$= I^2 R_{out} = 4 \times 10 = 40\,W$$

$$\text{كفاءة البطارية} = \frac{W_{out}}{W_{in}} \times 100 = \frac{P_{W\,out}}{P_{W\,in}} \times 100 = \frac{V_{out}}{V_{in}} \times 100$$

$$= \frac{R_{out}}{R_{out} + r_{in}} \times 100$$

- مثال 4 :



$V_B = 30 + 40 - 10 = 60V$

$r = 1 + 2 + 1 = 4\Omega$

$R = 6 + 4 + 4 + 2 = 16\Omega$

$I = \dfrac{V_B}{R + r} = \dfrac{60}{4 + 16} = 3A$

$V_B = 60V$, $V_{in} = Ir_{in} = 12V$, $V_{out} = IR_{out} = 3 \times 16$

$= 48\,W$

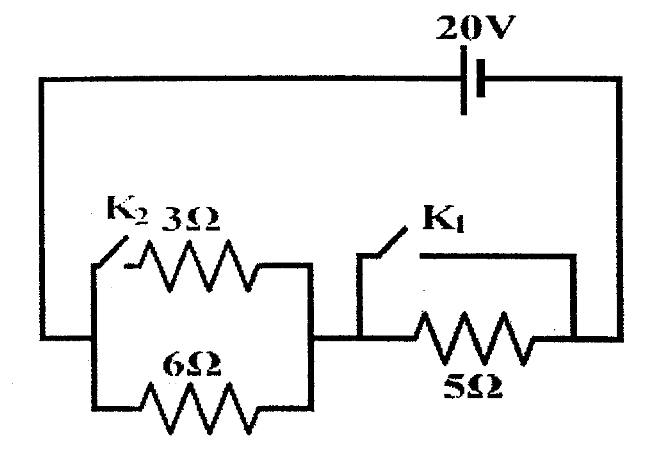
$P_{w_B} = V_B I = I^2(R_{out} + r_{in}) = 180\,W$

$P_{w\,in} = V_{in} I = I^2 r_{in} = 36\,W$

$P_{w\,out} = V_{out} I = I^2 R_{out} = 144\,W$

مسائل فتح و غلق المفتاح

مثال 5 :



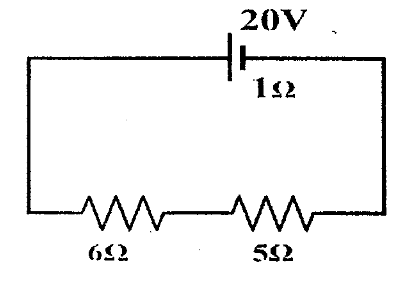
في كل مسألة نقوم برسم الدائرة بشكل جديد.

1- K_1 مفتوح ، K_2 مفتوح.

عند فتح K_1 نلغي السلك الفاضي ،

و بعد فتح K_2 تُلغي المقاومة $3\ \Omega$

و ذلك لعدم مرور تيار بها.

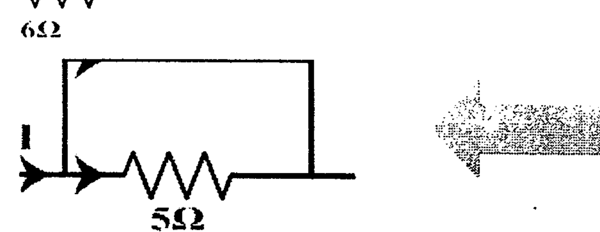


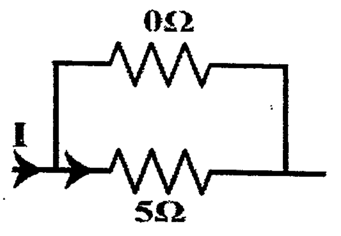
2- K_1 مغلق ، K_2 مفتوح.(فكرة السلك الفاضي)

غلق K_1 يجعل التيار يمر كله عبر السلك الفاضي

ولا يمر عبر المقاومة $5\ \Omega$ لذلك تُلغي.

مثال توضيحي :



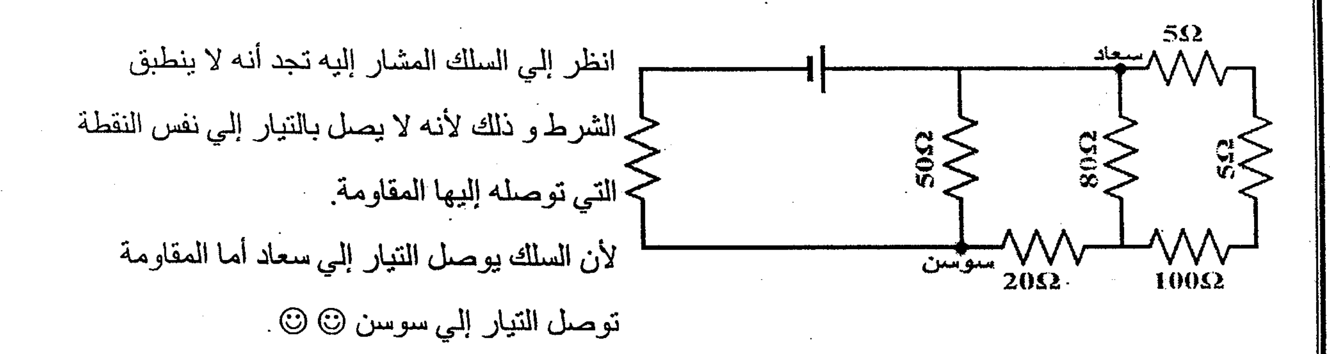


↑ هنا المقاومات مقسمة بنسبة 0:5 ، إذا التيار يقسم بنسبة 5:0 أي أن التيار كله يمر عبر المقاومة 0 Ω (السلك الفاضي) و لا يمر تيار عبر المقاومة 5 Ω

و لكن ... ما هو الشرط الذي يجعل التيار يمر عبر السلك الفاضي و يترك المقاومة ؟؟

الشرط هو...أن السلك الفاضي يوصل التيار إلي نفس النقطة اللي كانت هتوصله ليها المقاومة.

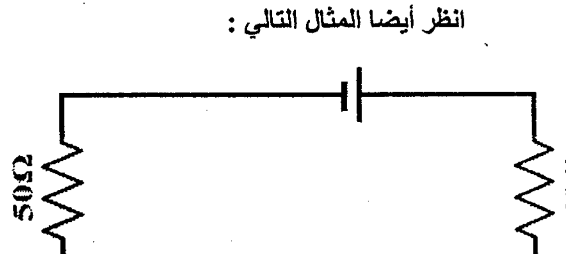
إنظر المثال التالي :



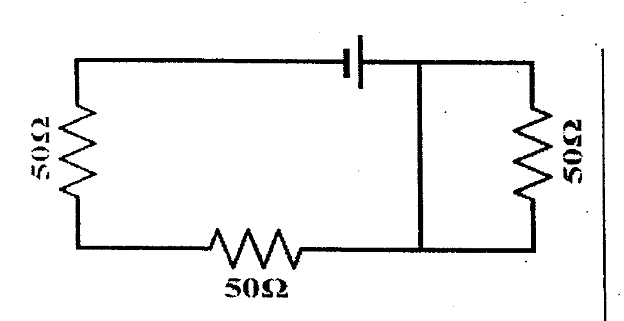
انظر إلي السلك المشار إليه تجد أنه لا ينطبق الشرط و ذلك لأنه لا يصل بالتيار إلي نفس النقطة التي توصله إليها المقاومة.

لأن السلك يوصل التيار إلي سعاد أما المقاومة توصل التيار إلي سوسن ☺ ☺ .

انظر أيضا المثال التالي :

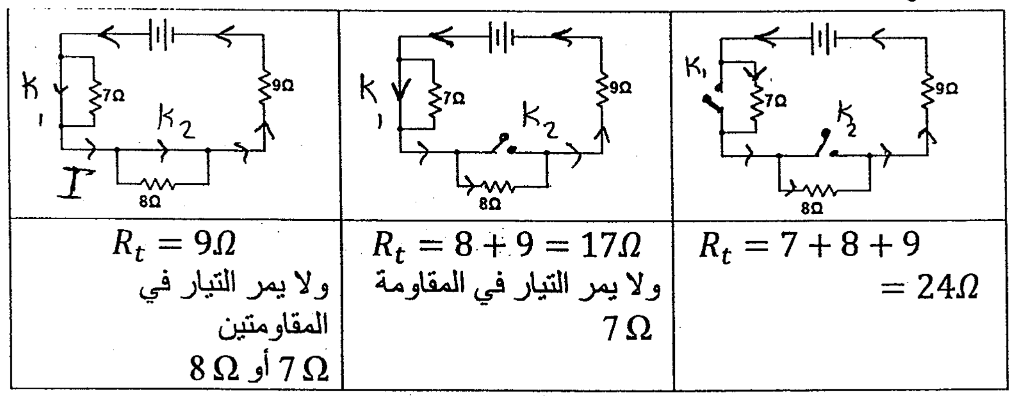


المقاومة المكافئة 150 أوم

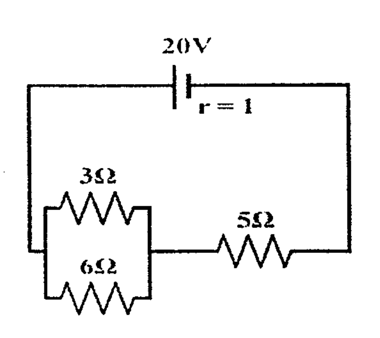


نجد أن المقاومة المكافئة 100 أوم و هنا ينطبق شرط السلك الفاضي حيث نجد أن السلك الفاضي يصل بالتيار إلي نفس النقطة التي توصله إليها المقاومة (سعاد ☺)

- مثال آخر :

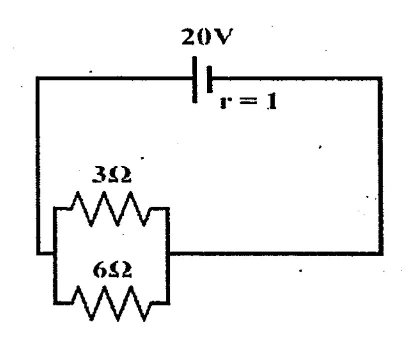


$R_t = 7 + 8 + 9 = 24\Omega$	$R_t = 8 + 9 = 17\Omega$ ولا يمر التيار في المقاومة 7Ω	$R_t = 9\Omega$ ولا يمر التيار في المقاومتين 7Ω أو 8Ω



3- K_1 مفتوح ، K_2 مغلق.

عند غلق K_2 يمر تيار عبر المقاومتين $6\ \Omega , 3\ \Omega$

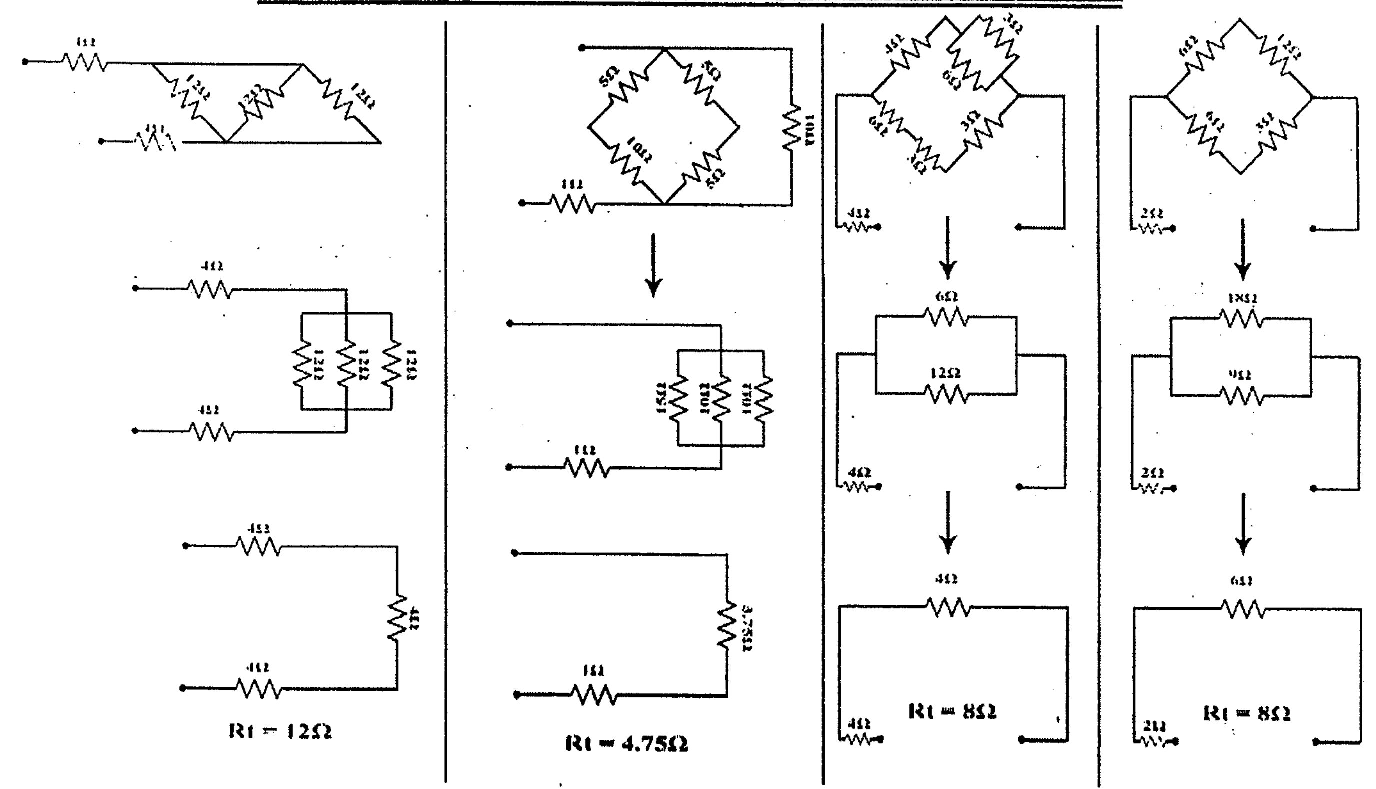


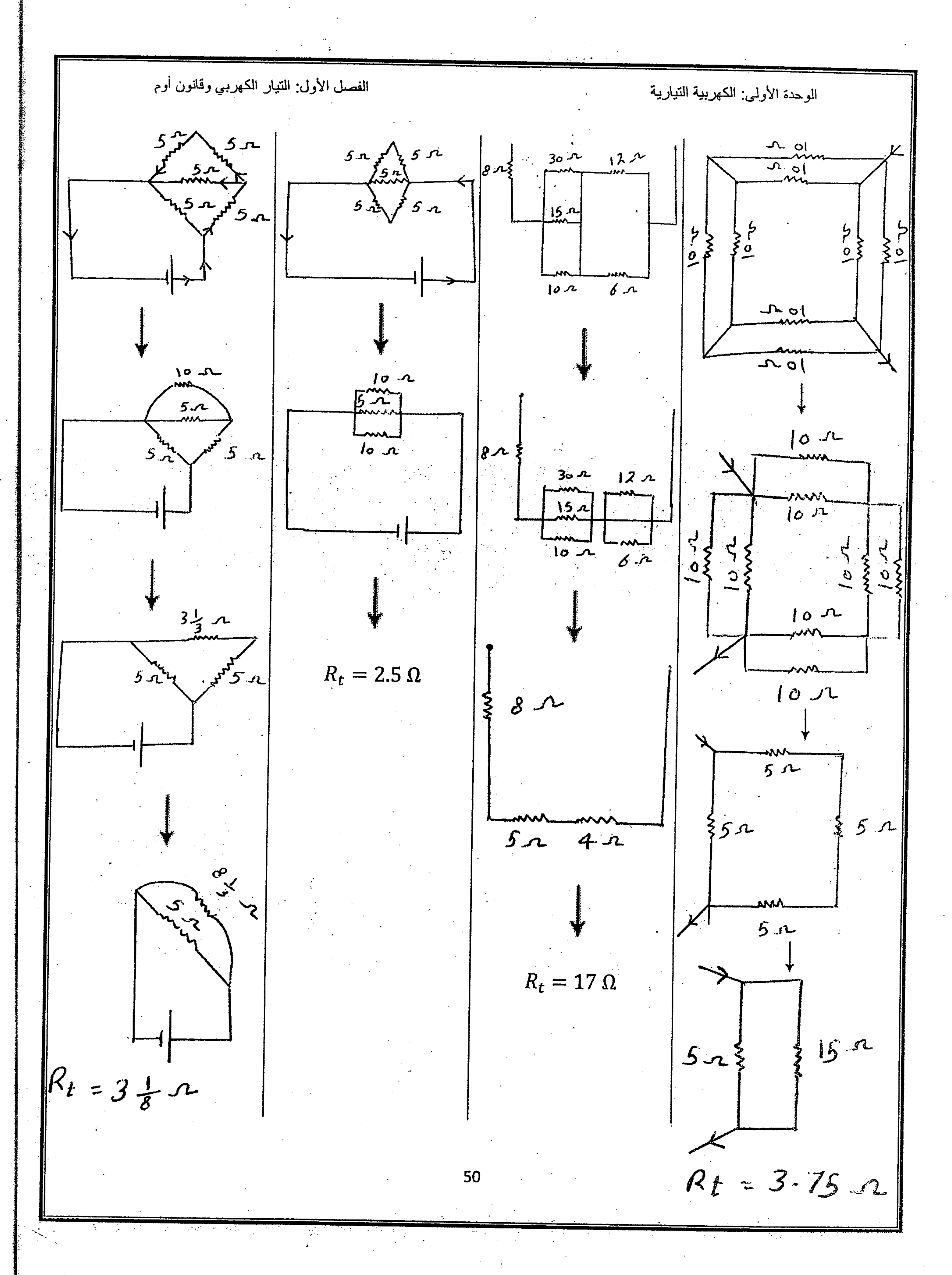
4- K_1 مغلق ، K_2 مغلق.

غلق K_1 يجعل التيار لا يمر عبر المقاومة $5\ \Omega$

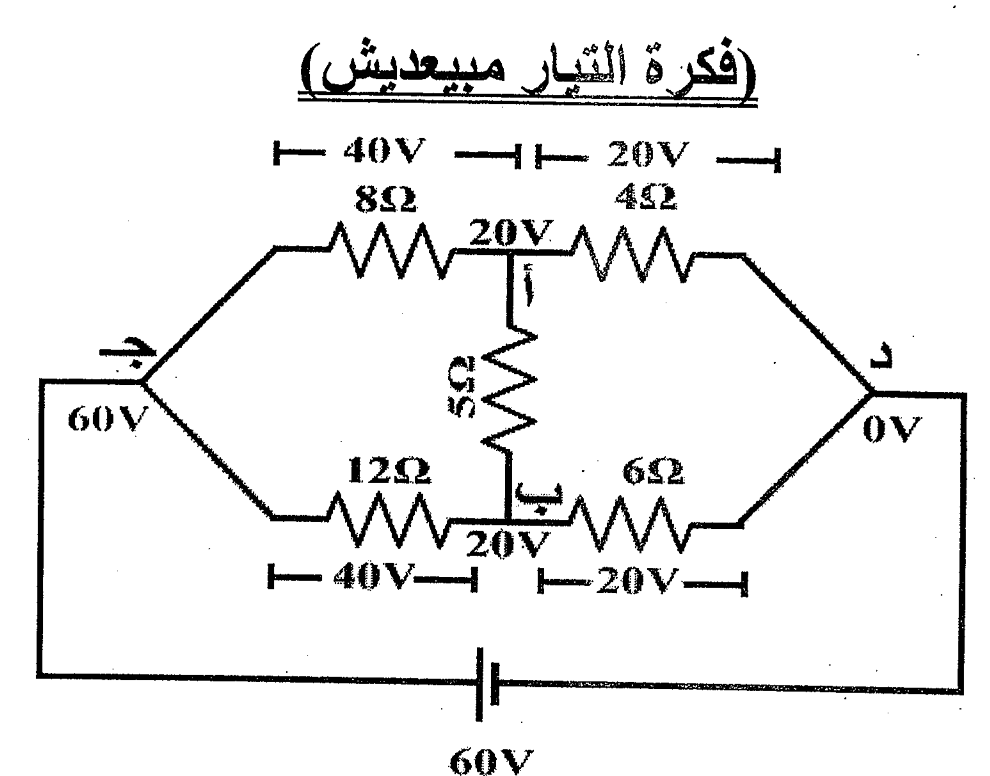
و غلق K_2 يجعل التيار يمر عبر $6\ \Omega , 3\ \Omega$

بعض الأفكار و المسائل الهامة في الواجب




5 Ω
5 Ω
5 Ω
5 Ω
5 Ω
10 Ω
5 Ω
5 Ω
5 Ω
$3\frac{1}{3}$ Ω
5 Ω
5 Ω
$8\frac{1}{3}$ Ω
5 Ω
$R_t = 3\frac{1}{8}$ Ω
5 Ω
5 Ω
5 Ω
5 Ω
5 Ω
10 Ω
5 Ω
10 Ω
$R_t = 2.5\ \Omega$
8 Ω
30 Ω
12 Ω
15 Ω
10 Ω
6 Ω
8 Ω
30 Ω
12 Ω
15 Ω
10 Ω
6 Ω
8 Ω
5 Ω
4 Ω
$R_t = 17\ \Omega$
10 Ω
10 Ω
10 Ω
10 Ω
10 Ω
10 Ω
10 Ω
10 Ω
5 Ω
5 Ω
5 Ω
5 Ω
5 Ω
15 Ω
$R_t = 3.75$ Ω

(فكرة التيار مبيعديش)



- متي يمكن أن توجد مقاومة لا يمر بها تيار بالرغم من أن الدائرة مغلقة ؟؟

يحدث ذلك إذا كانت المقاومة محصورة بين نقطتين لهما نفس الجهد و بذلك يكون فرق الجهد خلالها صفر ، و يكون التيار المار خلالها صفر $= I = \frac{V}{R} = \frac{0}{R}$

في الشكل العلوي :-

فرق الجهد علي المجموعة 60 V و المقاومتان 4 Ω , 8 Ω سوف يقسمان فرق الجهد بنفس النسب أي أن فرق الجهد علي المقاومة 8 Ω يساوي 40 V و علي المقاومة 4 Ω يساوي 20 V حيث أن النسب 2:1

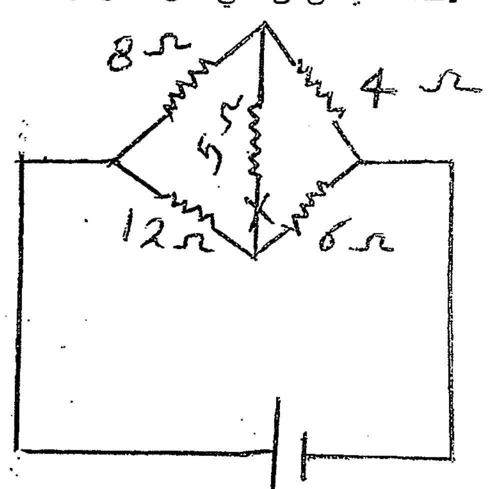
و بما أن جهد النقطة جـ 60 V وفرق الجهد خلال المقاومة 8 Ω يساوي 40 V إذا يكون جهد النقطة أ يساوي 20 V

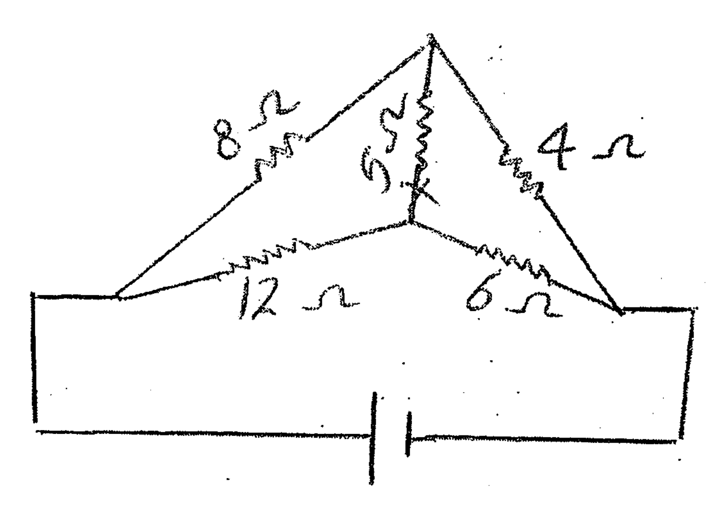
و في الفرع السفلي أيضا المقاومتان 6 Ω , 12 Ω سوف يقسمان فرق الجهد بنفس النسب (2:1) فيكون فرق الجهد خلال 12 Ω يساوي 40 V و فرق الجهد خلال 6 Ω يساوي 20 V

و بما أن جهد النقطة جـ يساوي 60 V و فرق الجهد خلال المقاومة 12 Ω يساوي 40 V ، اذا يكون جهد النقطة ب يساوي 20 V

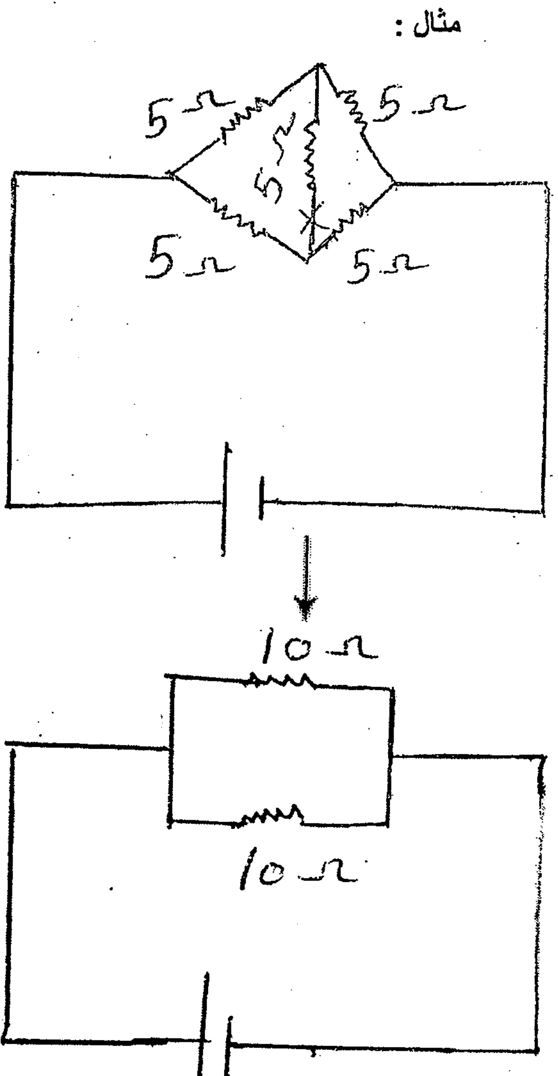
اذا النقطتان أ ، ب لهما نفس الجهد فلا يمر تيار في المقاومة المحصورة بينهما (5 Ω)

لاحظ أنه يمكن أن تأتي نفس الفكرة و لكن الشكل يكون متغيرا كالآتي :





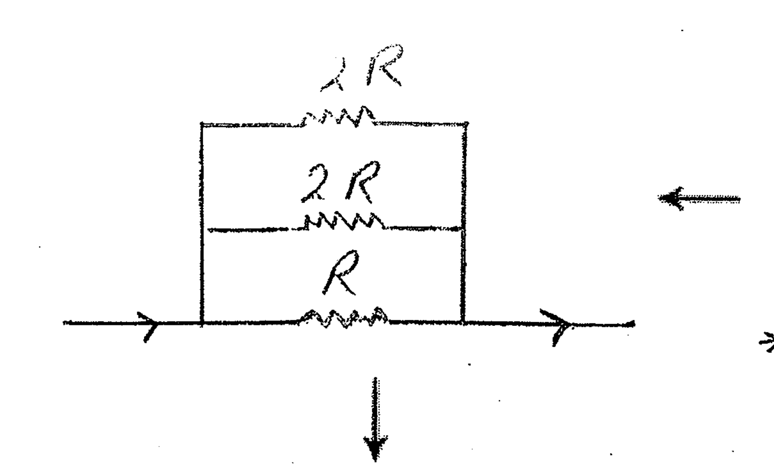
مثال :

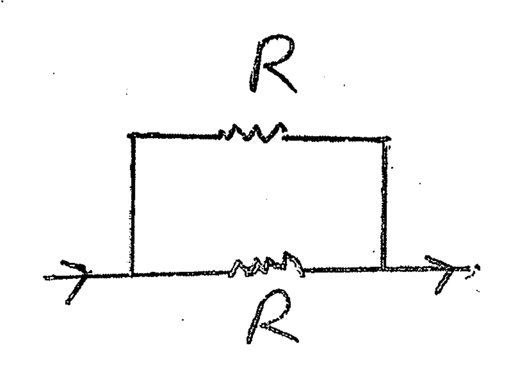


- نجد أن المقاومات مقسمة بنفس النسب (5:5) ، (5:5) فتُلغي المقاومة الوسطي لأنها تكون محصورة بين نقطتين لهما نفس الجهد .

$R_t = 5\ \Omega$ ⟵

مثال :





$$R_t = \frac{1}{2} R$$

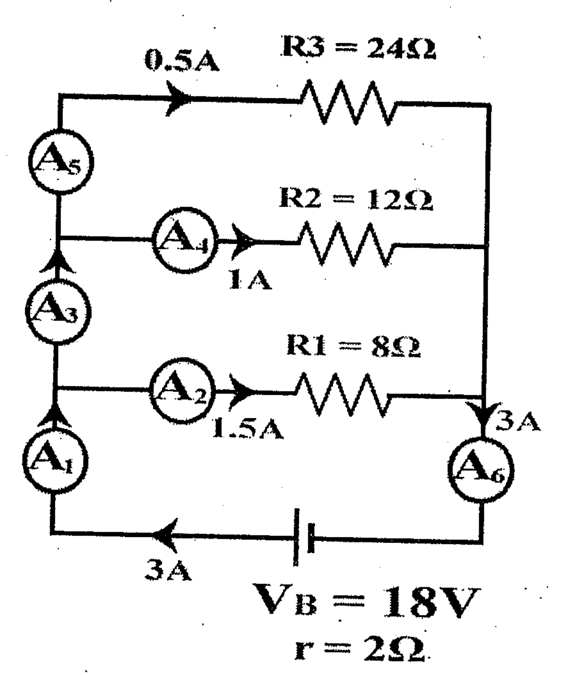
المحاضرة السادسة: تابع الكهربية التيارية

محتويات المحاضرة

قراءة الأميتر – قراءة الفولتميتر – ق . د . ك – كفاءة البطارية – قدرة البطارية – مسألة شاملة – إضاءة المصباح (أيهما مضيء أكثر) – طريقة النقط

قراءة الأميتر

[level 1]



- لنجد قراءة الأميترات نجد أن :

A_1 ← يقرأ التيار العمومي (الكلي للدائرة)

A_2 ← يقرأ تيار المقاومة R_1 (تيار محلي)

A_3 ← $A_1 - A_2$ أو يقرأ مجموع تياري R_3, R_2

A_4 ← يقرأ تيار المقاومة R_2

A_5 ← يقرأ تيار المقاومة R_3

A_6 ← يقرأ التيار الكلي

- $V_B = 18\ V\ , r = 2\ \Omega\ , R_t = 4\ \Omega$
  $I = I_t = \frac{V_B}{R+r} = \frac{18}{6} = 3\ A$
- $V_{\text{مجموعة}} = I_{\text{مجموعة}} R_{\text{مجموعة}} = 3 \times 4 = 12\ V$
- $I_{\text{فوق}}(24\ \Omega) = \frac{V_{\text{فوق}}}{R_{\text{فوق}}} = \frac{12}{24} = 0.5\ A$
- $I(12\ \Omega) = \frac{V_{12\Omega}}{R_{12\Omega}} = \frac{12}{12} = 1\ A$
- $I_{\text{تحت}}(8\ \Omega) = \frac{V_{\text{تحت}}}{R_{\text{تحت}}} = \frac{12}{8} = 1.5\ A$

مما سبق نستخلص أن :

A_1 يقرأ 3 A ، A_2 يقرأ 1.5 A ، A_3 يقرأ 1.5 A

A_4 يقرأ 1 A ، A_5 يقرأ 0.5 A ، A_6 يقرأ 3 A

- [و كأن عربة نقل عليها حمولة 3 A تفرغ من الحمولة في المقاومة الأولي 1.5 A فيتبقي عليها 1.5A (A_3) ثم تضع من الحمولة 1 A في المقاومة الثانية (A_4) فيتبقي من الحمولة 0.5 A (A_5) تفرغهم في المقاومة الثالثة]

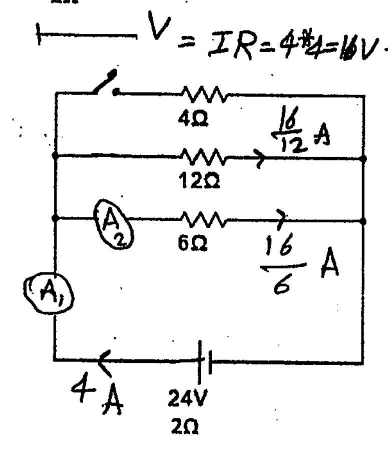
....

$V_B = 24V\ , \quad r = 2\Omega\ , \quad R = 6\Omega$

$I = \frac{V_B}{R+r} = \frac{24}{8} = 3A$

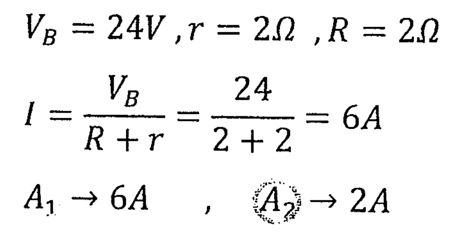
$A_1 \to 3A \quad , \quad A_2 \to 3A$

....



$V_B = 24V \quad , \quad r = 2\Omega \quad , \quad R = \frac{6 \times 12}{6+12} = 4A$

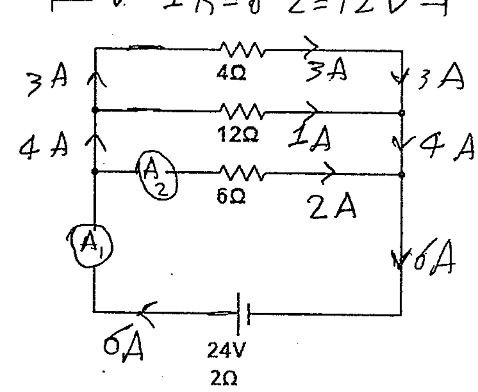
$A_1 \to 4A \quad , \quad A_2 \to \frac{16}{6}\ A$



$V_B = 24V\ , r = 2\Omega\ \ , R = 2\Omega$

$I = \frac{V_B}{R + r} = \frac{24}{2 + 2} = 6A$

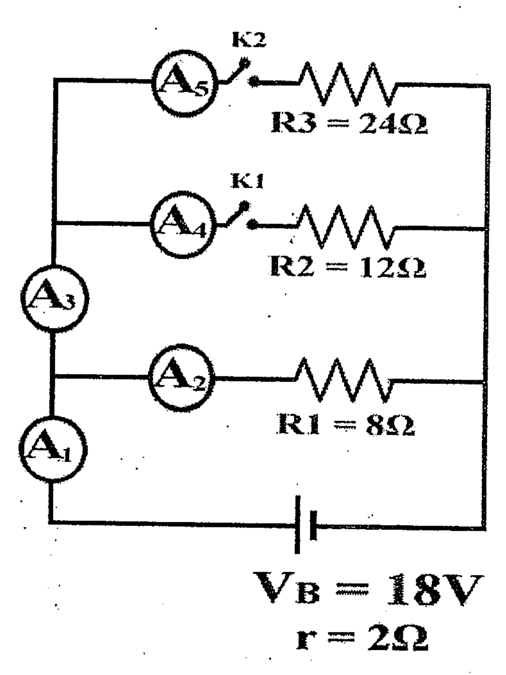
$A_1 \to 6A \quad , \quad A_2 \to 2A$



....

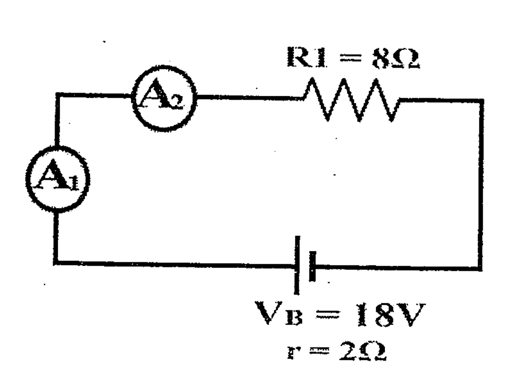
[level 2]

- أوجد قراءة الأميترات في حالة فتح K_2 , K_1

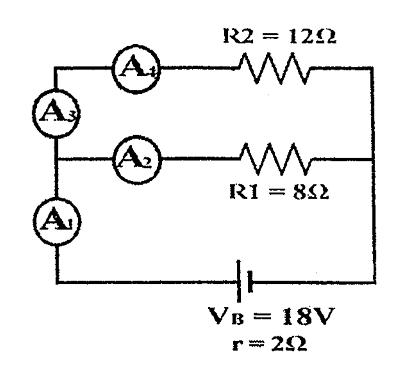


- في حالة فتح K_2 , K_1 :

$A_1 = A_2 = I_t = \frac{V_B}{R+r} = \frac{18}{8+2} = 1.8\ A$



- في حالة غلق K_1 :



$$R_{out} = \frac{12\times8}{12+8} = 4.8\,\Omega \;, V_B = 18\,V, r = 2\,\Omega$$

$$\therefore I_{\text{عمومي}} = \frac{V_B}{R+r} = \frac{18}{4.8+2} = \frac{45}{17}\,A$$

A_1 (ممنوع التقريب إلي رقم عشري)

← لإيجاد تيار كل من المقاومتين R_2 , R_1 :

1- بطريقة التقسيم بعكس نسب المقاومات

$$R_1 : R_2 = 12:8 = 3:2$$

$$\therefore \; I_1 : I_2 = \quad 2:3$$

نقوم بتقسيم التيار الكلي إلي 5 أجزاء نجد أن الجزء الواحد يساوي $\frac{9}{17}$

$$\therefore A_2 = 2\times\frac{9}{17} = \frac{18}{17}\,A$$

$$A_4 = A_3 = 3\times\frac{9}{17} = \frac{27}{17}\,A$$

2- بطريقة العفريت (الطريقة اللي هتحل بيها في الأمتحان)

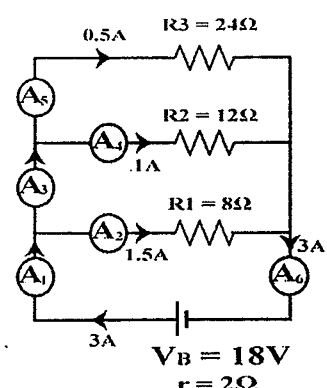
$$V_{\text{مجموعة}} = I_{\text{مجموعة}}\, R_{\text{مجموعة}} = \frac{45}{17}\times 4.8 = \frac{216}{17}\,V$$

$$I_{\text{فوق}} = \frac{V_{\text{فوق}}}{R_{\text{فوق}}} = \frac{\frac{216}{17}}{12} = \frac{18}{17}\,A \rightarrow A_4 = A_3$$

$$I_{\text{تحت}} = \frac{V_{\text{تحت}}}{R_{\text{تحت}}} = \frac{\frac{216}{17}}{8} = \frac{27}{17}\,A \rightarrow A_2$$

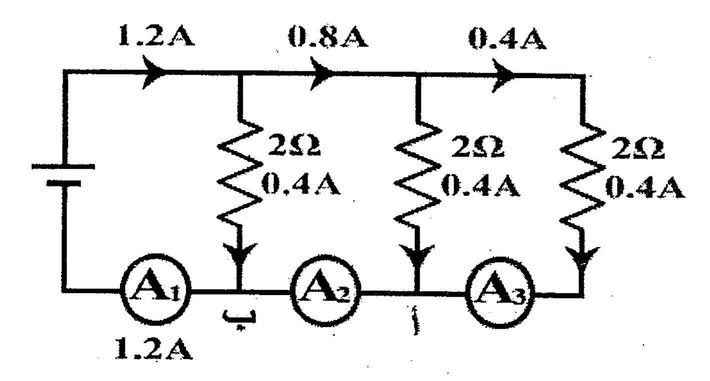
- في حالة غلق K_2 , K_1 :

تعود الرسمة للشكل الأصلي.



• **مثال مشهور :**

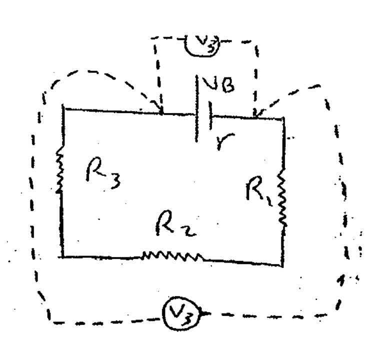
اوجد قراءات الأميترات.

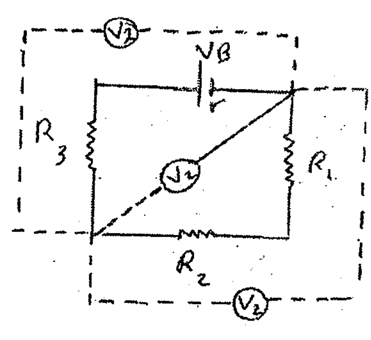


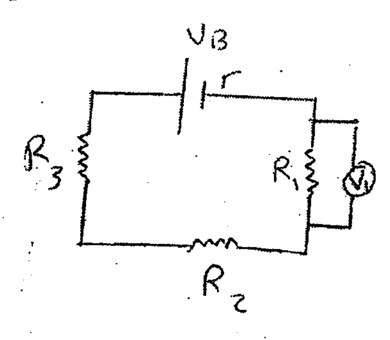
- تقسم 1.2 A علي الثلاث مقاومات بالتساوي فيمر في كل مقاومة 0.4 A و كأن معك عربة نقل حمولتها 1.2 A تفرغ 0.4 A في المقاومة الأولي و يتبقي عليها 0.8 A ثم تفرغ 0.4 A في المقاومة الثانية فيتبقي عليها 0.4 A (A_3) ثم تصل لنقطة أ و تجمع 0.4 A من المقاومة الثانية بالإضافة إلي 0.4 A التي عليها فيكون معها 0.8 A (A_2) ثم تجمع 0.4 A عندما تصل إلي ب فيكون معها حمولة 1.2 A (A_1)

قراءة الفولتميتر

[level 1](تعلم كيفية قراءة الأميتر)





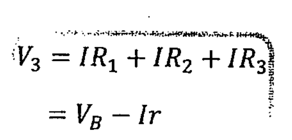


$V_B = Ir + IR_1 + IR_2 + IR_3$

$V_B = Ir + IR_1 + IR_2 + IR_3$

$V_B = \underbrace{Ir}_{V_{in}} + \underbrace{IR_1 + IR_2 + IR_3}_{V_{out}}$

$IR_1 = V_B - Ir - IR_2 - IR_3$

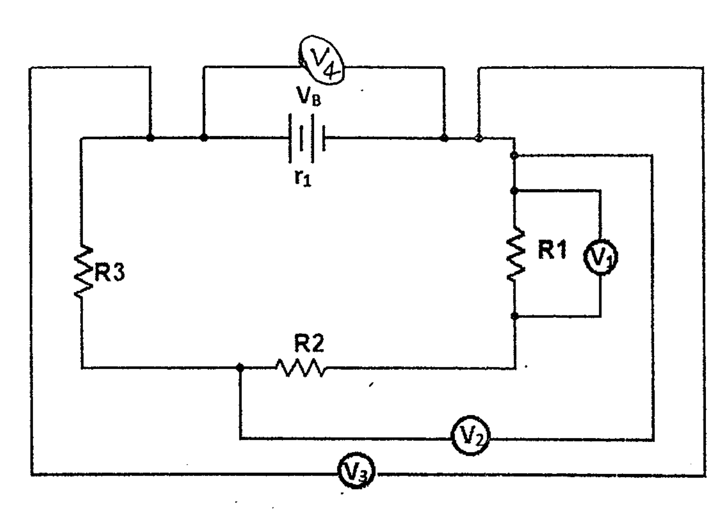


$V_3 = IR_1 + IR_2 + IR_3$
$= V_B - Ir$

$V_2 = IR_1 + IR_2$
$= V_B - Ir - IR_3$

$V_1 = IR_1$
$= V_B - Ir - IR_2 - IR_3$

....



$$V_B = V_{in} + V_{out} = Ir + IR_1 + IR_2 + IR_3$$

$$V_1 = IR_1 = V_B - Ir - IR_2 - IR_3$$

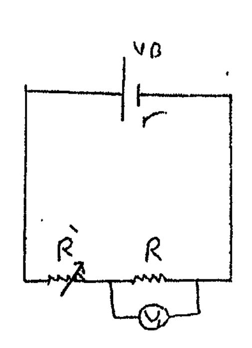
$$V_2 = IR_1 + IR_2 = V_B - Ir - IR_3$$

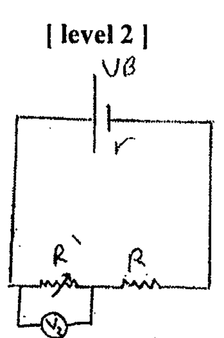
$$V_3 = IR_1 + IR_2 + IR_3 = V_B - Ir = V_B - V_{in}$$

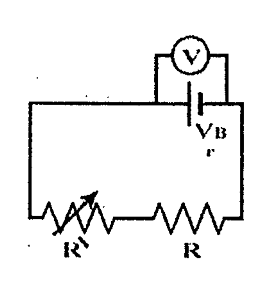
$V_4 = V_3$ (نفس النقطتين) $= V_B - Ir = IR_1 + IR_2 + IR_3$

....

[level 2]







ملحوظة : الريوستات هي مقاومة متغيرة و رمزها أو

$V_B = Ir + IR + IR^\backslash$ $\quad$ $V_B = Ir + IR + IR^\backslash$ $\quad$ $V_B = Ir + IR + IR^\backslash$

س : ما الذي يحدث لقراءة الفولتميتر عند زيادة الريوستات ؟

(معادلة تدلك) $V_1 = IR \rightarrow (1)$ ($V_1 \downarrow$, $I \downarrow$, R •)

(معادلة تدلك) $V_1 = V_B - Ir - IR^\backslash \rightarrow (2)$ (V_B •, $I \downarrow$, r •, $I \downarrow$, $R^\backslash \uparrow$)

بزيادة $R^\backslash$ يقل I و يظل V_B , r ثابتين.
لا يمكن الإستدلال من المعادلة (2)
و من المعادلة (1) نجد أن (V_1 تقل)

$V_2 = IR^\backslash \rightarrow (1)$ (تدلك) ($I \downarrow$, $R^\backslash \uparrow$)

$V_2 = V_B - Ir - IR \rightarrow (2)$ (تدلك) ($V_2 \uparrow$, V_B •, $I \downarrow$, r •, $I \downarrow$, R •)

بزيادة $R^\backslash$ يقل I و يظل V_B , r ثابتين.
لا يمكن الإستدلال من المعادلة (1)
و من المعادلة (2) نجد أن (V_2 تزداد)

$V_3 = IR + IR^\backslash \rightarrow (1)$ ($I \downarrow$, R •, $I \downarrow$, $R^\backslash \uparrow$)

$V_3 = V_B - Ir \rightarrow (2)$ ($V_3 \uparrow$, V_B •, $I \downarrow$, r •)

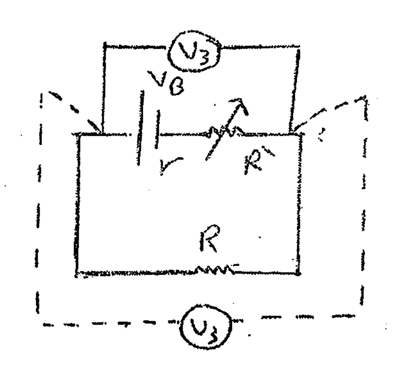
بزيادة $R^\backslash$ يقل I و يظل V_B , r ثابتين.
لا يمكن الإستدلال من (1)
و من (2) نجد أن (V_3 تزداد)

مما سبق نستنتج أن المعادلة اللي فيها $R^\backslash$ هي المعادلة اللي بتذِلّك و لا يمكن الإستدلال منها علي ما يحدث لقراءة الفولتميتر.

لذلك ... (المعادلة اللي فيها $R^\backslash$ متسألهاش) ☺ ☺

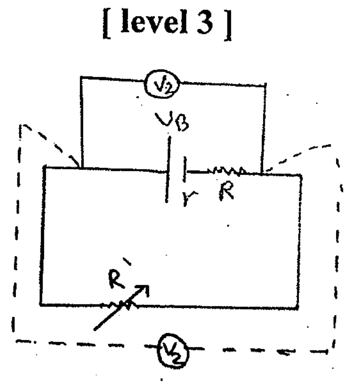
....

[level 3]



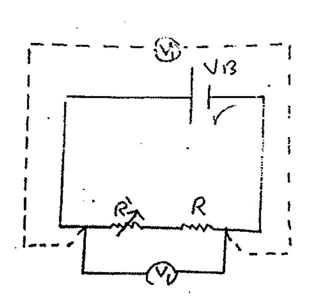
$V_3 = IR$

(V_3 تقل)



$V_2 = V_B - Ir - IR$

(V_2 تزداد)



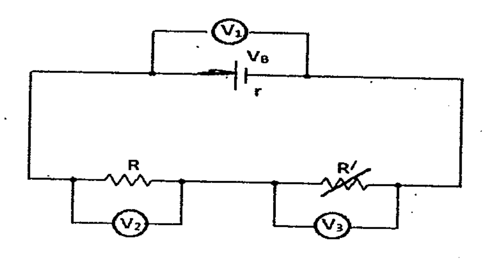
$V_1 = V_B - Ir$

(V_1 تزداد)

← لاحظ أننا لم نستخدم المعادلة اللي فيها $R^\backslash$ لأنها (هتذِلّك) و (اللي فيها $R^\backslash$ متسألهاش)

....

- جاوب يا معلم :



عند زيادة الريوستات فإن :

V_1 يزداد أم يقل ؟

V_2 يزداد أم يقل ؟

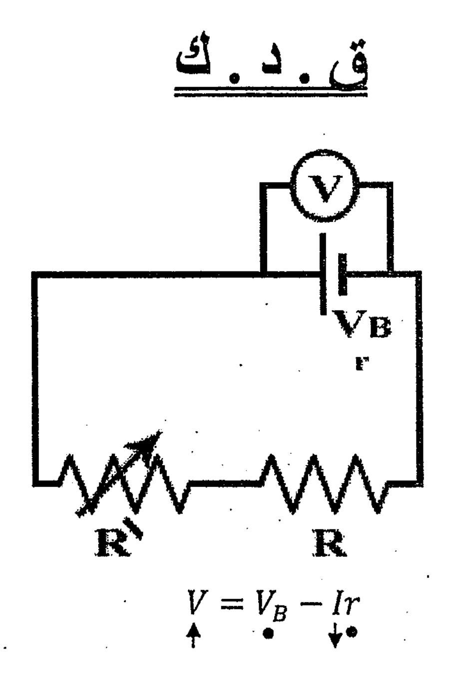
V_3 يزداد أم يقل ؟

$V_1 = \cdots + \cdots = \cdots - \cdots$

$V_2 = \cdots = \cdots - \cdots - \cdots$

$V_3 = \cdots = \cdots - \cdots - \cdots$

ق . د . ك



$$V = V_B - Ir$$

- كلما زادت قيمة الريوستات فإن قراءة الفولتميتر سوف (تزداد)
(علل) ؟؟

← ∵ قراءة هذا الفولتميتر تتعين من العلاقة $V = V_B - Ir$

، ∵ عند زيادة الريوستات تظل V_B , r ثوابت بينما يقل I

∴ يزداد V

- كلما زادت قيمة المقاومة الخارجية للدائرة فإن قراءة الفولتميتر بين طرفي البطارية سوف (تزداد)
- كلما زادت قيمة المقاومة الخارجية للدائرة فإن (فرق الجهد بين طرفي المصدر) سوف (يزداد)
- **ماذا يحدث مع ذكر السبب ؟؟** لفرق الجهد بين طرفي المصدر عند زيادة الريوستات (المقاومة الخارجية).

← سوف (يزداد) تبعا للعلاقة $V = V_B - Ir$

- **ماذا يحدث مع ذكر السبب** لفرق الجهد بين طرفي المصدر عند زيادة المقاومة الخارجية إلي (∞) مالانهاية (أي تم فتح مفتاح الدائرة)

يصبح التيار بصفر و من العلاقة $V = V_B - Ir$ نجد أن $V=V_B$

و من ذلك نستنتج أن :

ق . د . ك المصدر هي فرق الجهد بين طرفي المصدر في حالة عدم مرور تيار كهربي.

كفاءة البطارية

- البطارية تعتبر مخزن للطاقة بها طاقة كيميائية مختزنة فيها ، و عندما توصل في الدائرة تتحول الطاقة الكيميائية إلي كهربية.

- مثلا بطارية مختزن لها 100 J ... هل عند تشغيلها في الدائرة الخارجية سوف تعطيJ 100 كلهم؟

لا..لأن جزء من الشغل يبذل داخل البطارية ، فإذا أعطتنا 90 J فقط فإن هذا معناه أن كفاءتها 90%

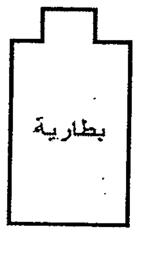
∴ كفاءة البطارية $= \frac{W_{out}}{W_B} \times 100 \qquad \div t$

$$= \frac{P_{W_{out}}}{P_{W_B}} \times 100 \qquad \div t$$

$$= \frac{V_{out}}{V_B} \times 100 \qquad \div t$$

$$= \frac{R_{out}}{R_{out}+r_{in}} \times 100$$

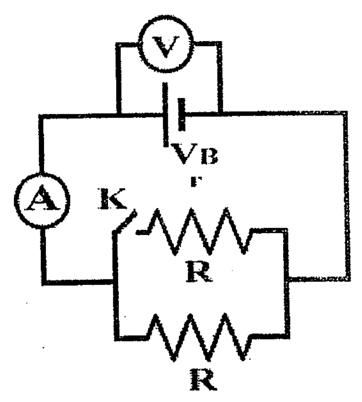
قدرة البطارية



هل يمكن كتابة البيانات الآتية علي البطارية ؟؟

- $V_B = 1.5\ V$ ← ✓ ثابته
- $r = 1\ \Omega$ ← ✓ ثابتة
- $W = 100\ J$ ← ✓ حيث تكون الطاقة الكيميائية المختزنة بها ثابتة
- $I = 5\ A$ ← × لأن التيار يختلف بإختلاف المقاومة الموجودة في الدائرة الخارجية التي توصل فيها البطارية حيث $I = \frac{V_B}{R+r}$ ← متغيرة ، R متغيرة
- $P_W = 100\ W$ ← × لأن $P_{W_B} = V_B\, I_B$ ، I_B متغيرة إذن P_{W_B} متغيرة .
- الكفاءة $= 90\%$ ← × لأن $\frac{R}{R+r} =$ الكفاءة ، R متغيرة فتتغير الكفاءة.

مسألة شاملة



عند غلق المفتاح فإن :

1- قراءة الأميتر سوف (تزداد)

← لأن المقاومة الكلية تقل عند غلق المفتاح و بالتالي تزداد I

و ذلك من العلاقة $\frac{V_B}{R+r} = I_{\text{العمومي}} \uparrow$

2- قراءة الفولتميتر سوف (تقل)

← لأن المقاومة تقل و يزداد التيار و تبعا للعلاقة $V = V_B - Ir$ فإن V تقل.

3- القدرة المسحوبة من المصدر سوف (تزداد)

← لأن المقاومة تقل و يزداد I_B و من العلاقة $P_{W_B} = V_B I_B$ تزداد P_{W_B}

س : **علل** : عند دمج مقاومة في الدائرة علي التوازي فإن القدرة المسحوبة من المصدر تزداد ؟؟

ج : لأن عند دمج مقاومة في الدائرة علي التوازي تقل المقاومة الكلية فيزداد التيار العمومي في الدائرة . و ذلك تبعا للعلاقة $\frac{V_B}{R+r} = I_{\text{عمومي}}$ فتزداد القدرة المسحوبة من المصدر تبعا للعلاقة

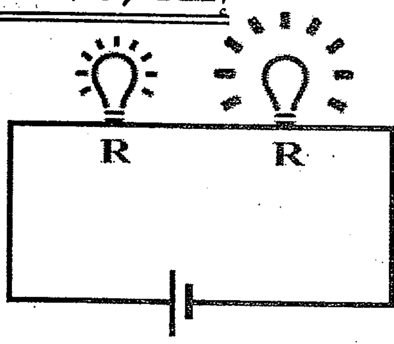
$$P_{W_B} = V_B I_B$$

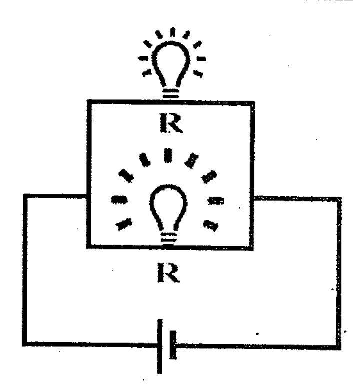
4- كفاءة البطارية سوف (تقل)

← تبعا للعلاقة $\frac{R\downarrow}{R+r} =$ كفاءة البطارية

ملحوظة : كلما قلت المقاومة الداخلية r للبطارية زادت كفاءتها و ذلك من العلاقة $\frac{R}{R+r\downarrow} =$ الكفاءة $\uparrow$

إضاءة المصباح .. أيهما يضيء أكثر





- صاحب الإضاءة الأكبر هو صاحب الطاقة الكهربية الأكثر.

- في حالة المصباحان موصلان علي التوالي :

$$\text{إضاءة أكثر} = \overset{\uparrow}{W} = \overset{\uparrow}{V}\, I\, t = I\, \overset{\uparrow}{R}\, I\, t$$

- في حالة المصباحان موصلان علي التوازي :

$$\text{إضاءة أكثر} = \overset{\uparrow}{W} = V\, \overset{\uparrow}{I}\, t = V\, \frac{V}{\underset{\downarrow}{R}}\, t$$

مثال آخر : إذا كان لديك سلكان وصلا مرة علي التوالي و مرة علي التوازي و تريد معرفة أيا منهم سوف يسخن أكثر في كل حالة ؟؟

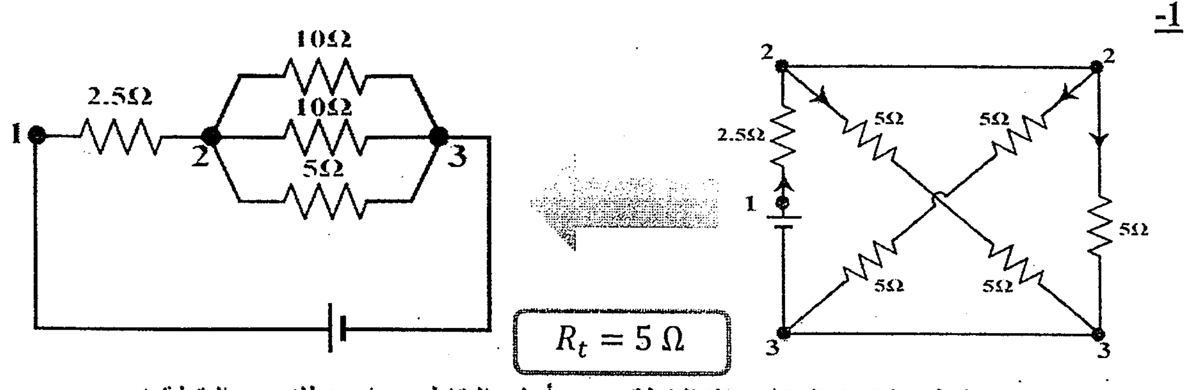
➜ أيضا ... السلك الذي يسخن أكثر هو صاحب الطاقة الأكبر.

- في حالة التوالي الذي يسخن أكثر هو صاحب الجهد الأكبر أو المقاومة الأكبر.
- في حالة التوازي الذي يسخن أكثر هو صاحب التيار الأكبر أو المقاومة الأقل.

طريقة النقط

- **المبادىء :-**
  - التيار يمر من الجهد الأعلي إلي الجهد الأقل.
  - لا يمر التيار بين نقطتين لهما نفس الجهد.

-1

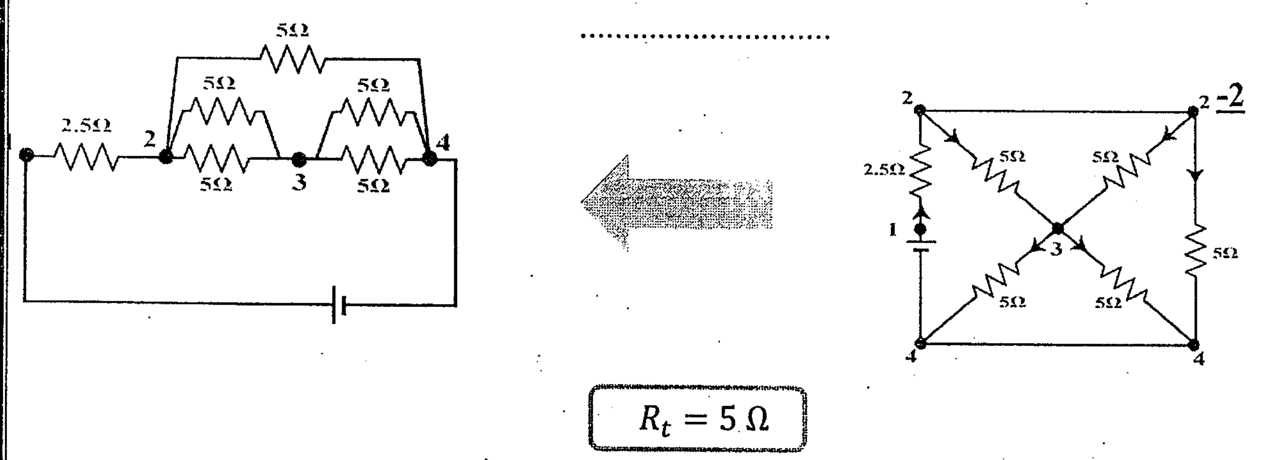


$R_t = 5\ \Omega$

∵ التيار خارج من البطارية كما بالشكل : إذا النقطة 1 هي أعلي النقاط جهدا و تطلق من النقطة 1 سهما لتصيب نقطة التقاطع التي تليه و هي النقطة 2 ، حيث أن النقطة 2 أقل جهدا من النقطة 1 نظرا لما استُنفذ من جهد خلال المقاومة 2.5 Ω

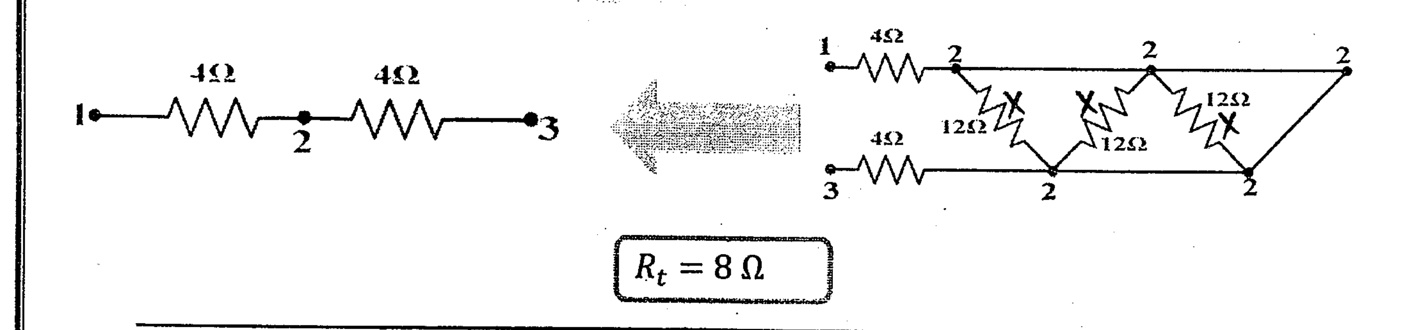
و نظرا لوجود السلك الفاضي فيكون الطرف الآخر للسلك أيضا له نقطة 2 لأن فرق الجهد عبر السلك الفاضي بصفر ثم نطلق السهام من نقطة 3 ، و يوجد سلك فاضي أيضا بالأسفل فيأخذ الطرف الآخر أيضا نقطة 3 ، ثم نعيد الرسم.

-2

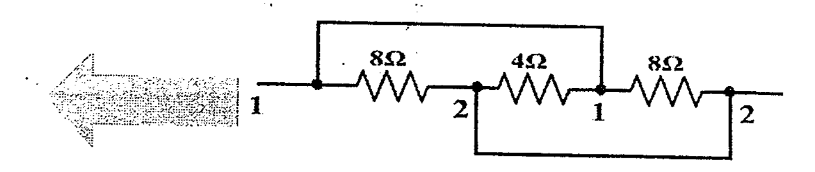


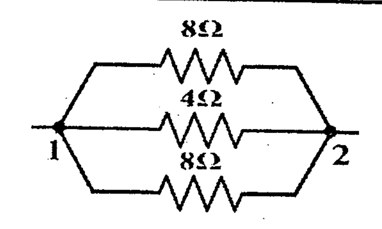
$R_t = 5\ \Omega$

- التيار خارج من البطارية من النقطة 1 و نطلق السهام من النقطة 1 لتُصيب النقطة 2 ، ثم نطلق السهام من النقطة 2 لتُصيب النقطة 3 حيث أن النقطة 3 هي نقطة تفاطع ثم نطلق السهام من النقطة 3 لتُصيب النقطة 4 ثم نعيد الرسم.

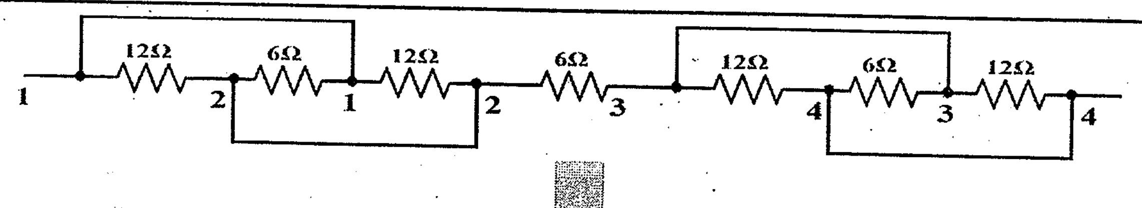


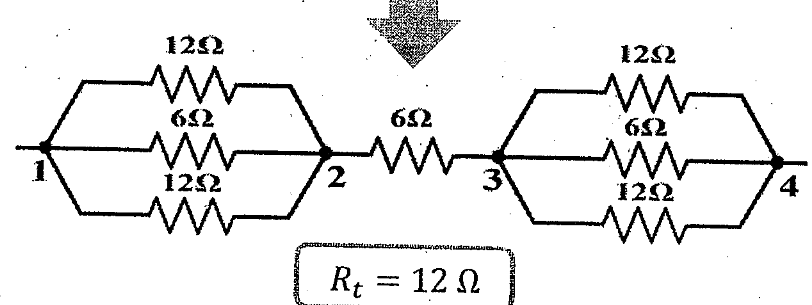
$R_t = 8\ \Omega$



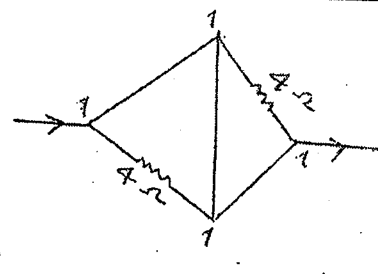


$R_t = 2\ \Omega$

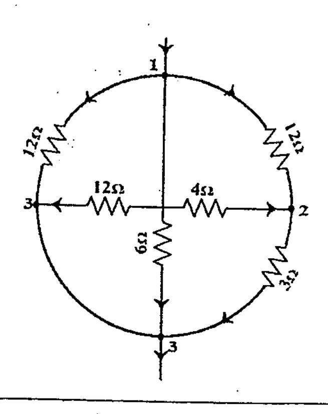


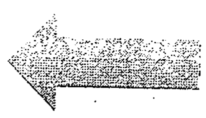


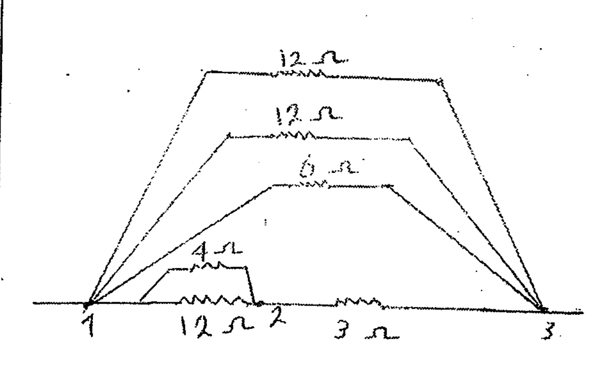
$R_t = 12\ \Omega$



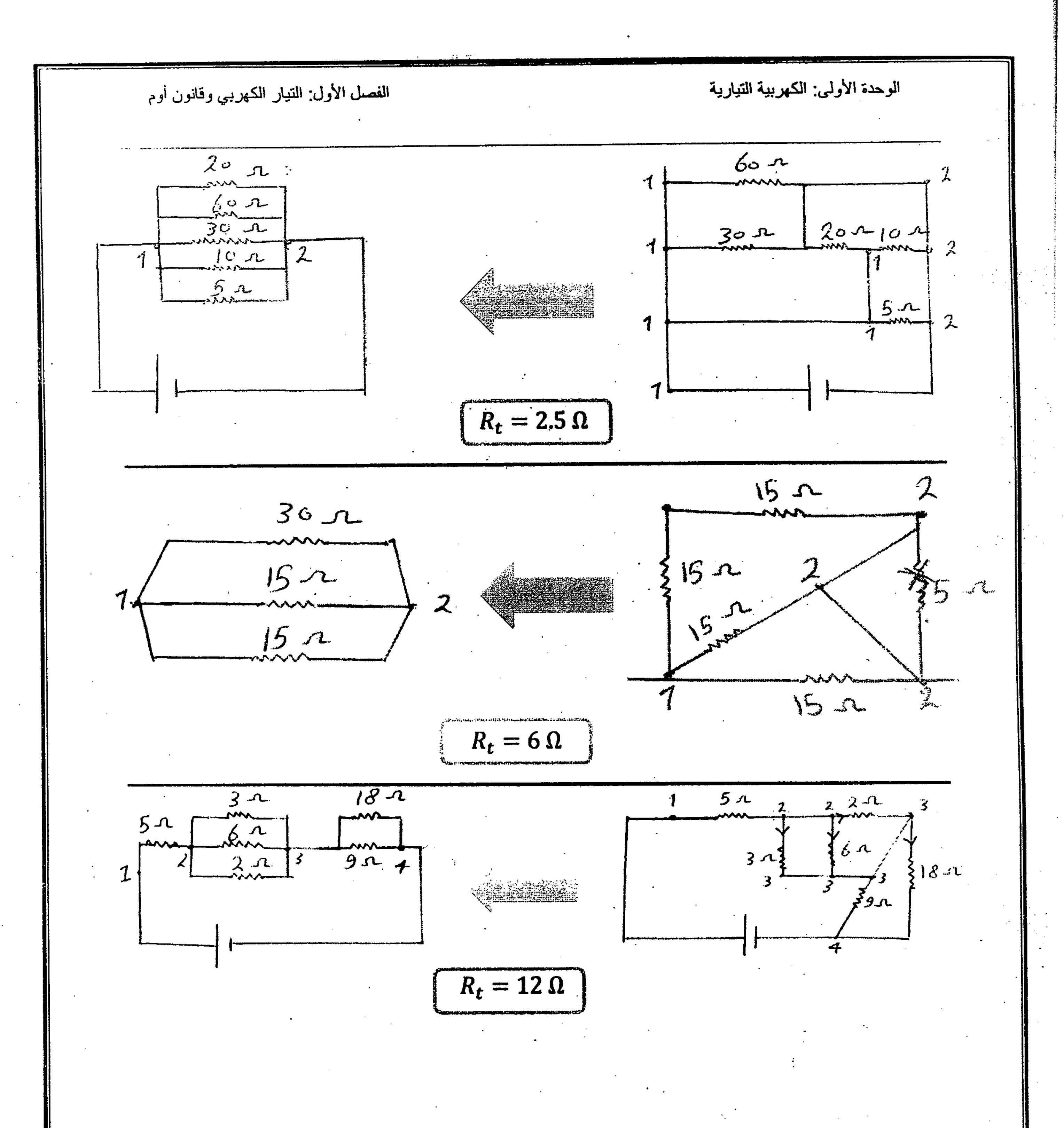
$R_t = 0$







$R_t = 2\ \Omega$

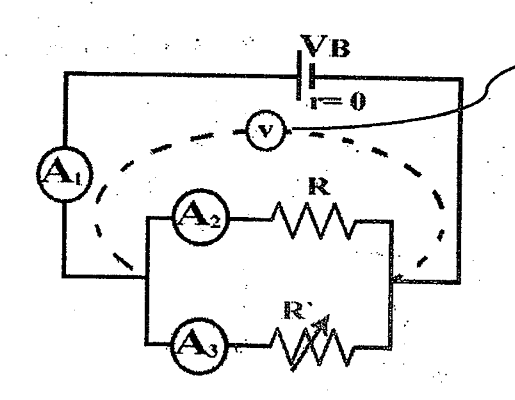

$R_t = 2{,}5\ \Omega$
$R_t = 6\ \Omega$
$R_t = 12\ \Omega$

المحاضرة السابعة: تابع الكهربية التيارية

محتويات المحاضرة

مثال هام علي قراءة الأميترات و الفولتميترات – توصيل الأجهزة المنزلية – دائرة الشحن – البياني – تجربة تحقيق قانون أوم عملياً – قانون كيرشوف الأول

مثال هام علي قراءة الأميترات و الفولتميترات



$V = I_{فوق}R_{فوق} = I_{تحت}R_{تحت} = I_{مجموعة}R_{مجموعة} =$
$= V_B - Ir = V_B$

عند تقليل $R^\backslash$ فإن : A_1 .... (تزداد)

: A_2 .... (يظل ثابت)

: A_3 .... (يزداد)

- خطواتك ....↓↓

[بتقليل $R^\backslash$ ← V_B ثابتة ، R تقل]

$A_1 \xrightarrow{يقيس} \uparrow I_{كلي} = \frac{V_B}{R+r \downarrow}$

$\therefore A_1 \rightarrow$ (يزداد)

[V_B ، $R_{فوق}$ ثابت]

$A_2 \xrightarrow{يقيس} I_{فوق} = \frac{V_{فوق}}{R_{فوق}} = \frac{V_B - Ir}{R_{فوق}} = \frac{V_B}{R_{فوق}}$ (Ir =zero)

$\therefore A_2 \rightarrow$ (يظل ثابت)

[$R^\backslash$ يقل ، V_B ثابت]

$A_3 \xrightarrow{يقيس} \uparrow I_{تحت} = \frac{V_{تحت}}{R^\backslash_{تحت}} = \frac{V_B}{R^\backslash_{تحت} \downarrow}$

$\therefore A_3 \rightarrow$ (يزداد)

$V = I_{فوق}R_{فوق} = I_{تحت}R_{تحت} =$
$= I_{مجموعة}R_{مجموعة} = V_B - Ir$

[R_{out} تقل ، ثوابت r , V_B]

$A_1 \xrightarrow{يقيس} \uparrow I_{عمومي} = \frac{V_B}{R+r}$

$\therefore A_1 \rightarrow$ (يزداد)

[عند تقليل $R^\backslash$ ← يزداد I ، (r , V_B ثوابت) ← $V_{فوق}$ يقل]

$A_2 \xrightarrow{يقيس} \downarrow I_{فوق} = \frac{\downarrow V_{فوق}}{R_{فوق}} = \frac{V_B - Ir}{R_{فوق}}$

$\therefore A_2 \rightarrow$ (يقل)

[عند تقليل $R^\backslash$ ← $V_{تحت}$ يقل ، $R_{تحت}$ تقل ،

و بالتالي لا أستطيع أن أعرف ما حدث لقراءة $I_{تحت}$]

$A_3 \xrightarrow{يقيس} I_{تحت} = \frac{\downarrow V_{تحت}}{R_{تحت}\downarrow}$

$\because A_3 = \uparrow A_1 - A_2 \downarrow$ → #

من العلاقة (#) نجد أن A_3 تزداد (زيادتين)
- الزيادة التي ازدادها A_1
- تعويض النقص الذي حدث لـA_3

$\therefore A_3 \rightarrow$ (تزداد)

توصيل الأجهزة المنزلية

علل .. توصل الأجهزة المنزلية علي التوازي ؟؟

1- حتي يمكن تشغيل كل جهاز علي حدة.
2- حتي لا يتأثر تيار كل جهاز بتشغيل أجهزة أخري ، حيث عند تشغيل المزيد من الأجهزة تقل المقاومة الكلية فيزداد التيار الكلي فلا يتأثر تيار الأجهزة التي كانت تعمل أولا .
3- حتي يكون فرق الجهد بين طرفي كل جهاز ثابت و معلوم و مساوي لجهد المصدر و بالتالي يمكن تحديد قيمة المقاومة الواجب وضعها داخل كل جهاز.

التوضيح:

- عند توصيل الـ 3 مصابيح علي التوالي و تم فيح أحد المفاتيح K_1, K_2, K_3 نجد أن المصابيح لا تضيء تماما.

- عند توصيل الـ3 مصابيح علي التوازي و تم فتح K_1 (مثلا) نجد أن المصباحين 2و3 يظلان مضيئان ، و عند فتح K_2 (مثلا) نجد أن المصباحين 3 , I مضيئان.

مثال : (لتوضيح رقم 2)

عند توصيل مصباح معها علي التوالي

عند توصيل مصباح آخر معها علي التوازي

[تقل الإضاءة]

[تظل الإضاءة كما هي]

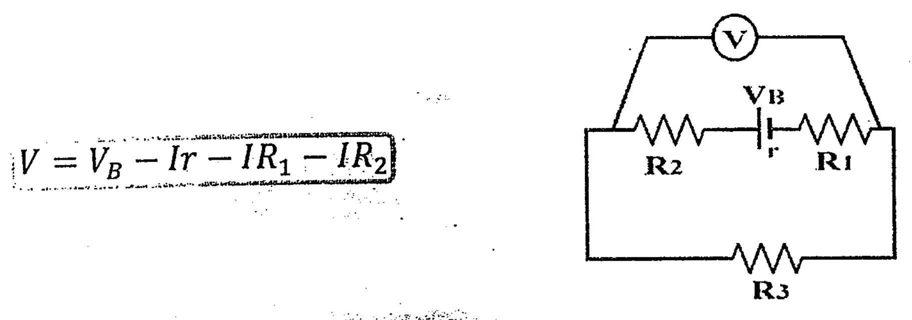
[تظل الإضاءة كما هي]

توضيح رقم 3:

- مصنع لصناعة المصابيح ، عند عمل المصباح يوضع له مقاومة و ذلك للتحكم في شدة التيار المار إليه حيث لا يمر فيه تيار زيادة يحرقه أو تيار أقل يجعله يعمل بكفاءة أقل،
و لكن ما قيمة هذه المقاومة ؟؟
لمعرفة قيمة المقاومة التي توضع للمصباح لابد من معرفة فرق الجهد الذي يُوصَل به
فإذا تم توصيل الأجهزة في المنزل علي التوالي و كان فرق جهد المصدر 220 V يكون فرق الجهد علي كل جهاز غير معلوم ، و لكن عند توصيل الأجهزة في المنزل علي التوازي يكون فرق الجهد علي كل جهاز معلوم و مساوي لفرق جهد المصدر (220 فولت مثلا)

- لذلك نجد أن علية المصباح مكتوب عليها (مثلا 100 W) و 220 فولت و بالتالي مصنع الأجهزة يتمكن من معرفة المقاومة التي يضعها بالجهاز ليحصل علي التيار المحدد الذي يجعل الجهاز يعمل بكفاءة.

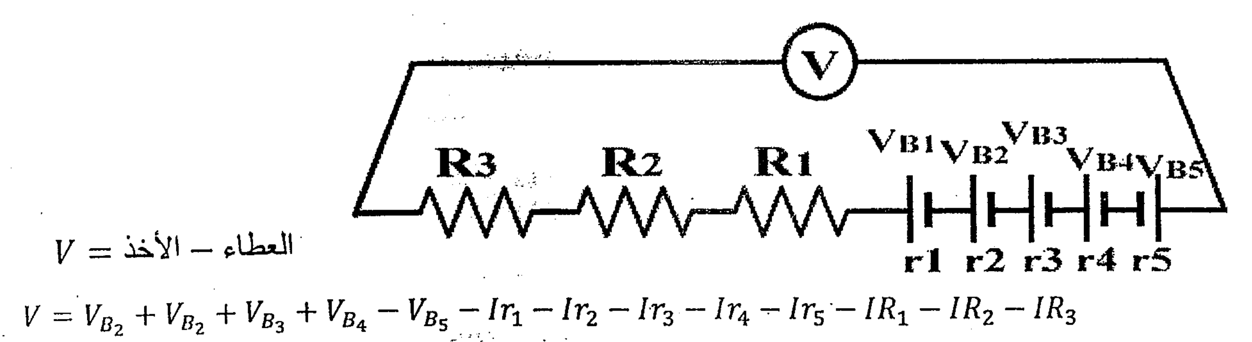
- <u>كيفية قراءة الفولتميتر في المثال التالي :</u>



$$V = V_B - Ir - IR_1 - IR_2$$

$\because$ R_1, R_2 تأخذ فولتات ، V_B <u>تعطي و تأخذ</u> (تأخذ لنفسها Ir) و V يقيس المحصلة و هي $V_B - Ir - IR_1 - IR_2$

مثال آخر :



$V =$ العطاء − الأخذ

$$V = V_{B_2} + V_{B_2} + V_{B_3} + V_{B_4} - V_{B_5} - Ir_1 - Ir_2 - Ir_3 - Ir_4 - Ir_5 - IR_1 - IR_2 - IR_3$$

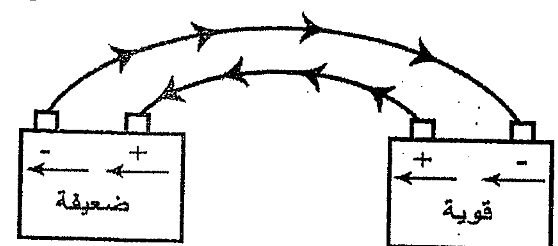
<u>دائرة الشحن</u>

- البطارية بداخلها مواد تتفاعل كيميائيا كالآتي :

كهرباء + مادة د + مادة ج $\underset{\text{شحن}}{\overset{\text{تعطي}}{\rightleftarrows}}$ مادة ب + مادة أ

(مواد غير متفاعلة)　　　(تتفاعل كيميائيا)

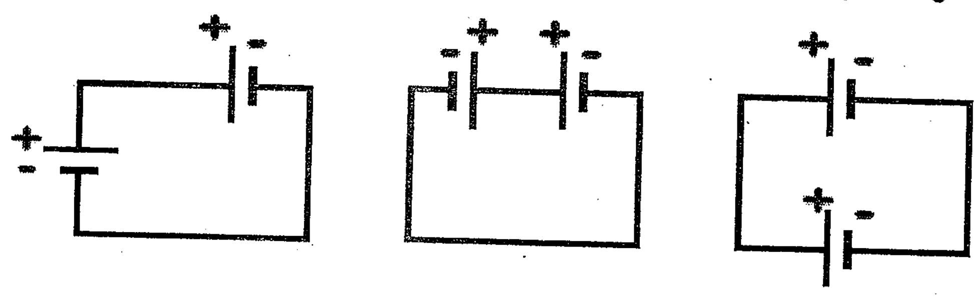
- لكي تتم عملية الشحن لابد أن تحدث عملية داخل البطارية عكس العملية الأصلية .
•• مثلا ← ... عندما تتعطل السيارة (البطارية نامت) ← نأخذ وصلة من بطارية سيارة أخري .

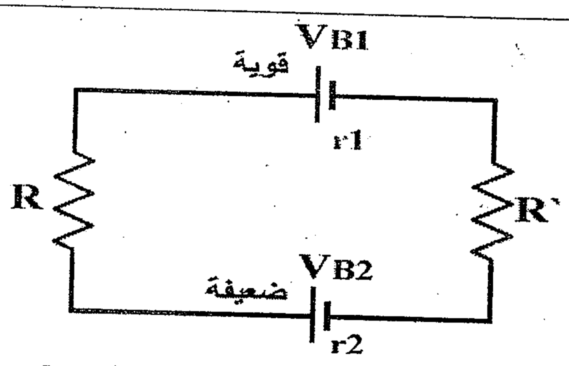


في كل بطارية قطب موجب + و قطب سالب - ، و نجيب كابلين و نقوم بتوصيل الموجب البطاريتين ببعض ، و نقوم بتوصيل الطرف الموجب بالأولي بالطرف الموجب للبطارية الأخري ، و الطرف السالب للأولي بالطرف السالب للأخري. كل بطارية تريد أن تُمشي التيار من موجبها و لكن البطارية القوية فقط هي التي تستطيع ذلك ، و نجد أن تيار البطارية القوية يمر من موجبها إلي سالبها خارجها ، و من سالبها إلي موجبها داخلها و بذلك تيارها يمر في وضعه الطبيعي ، أما في البطارية الضعيفة نجد أن تيارها يمر من سالبها إلي موجبها خارجها و من موجبها إلي سالبها داخلها ، أي أن التيار يمر عكس الوضع الأصلي فيتم بداخلها عكس التفاعل و ذلك لأنها هي تُشحَن.

$$\therefore I_{\text{شحن}} = \frac{V_{B_{\text{قوية}}} - V_{B_{\text{ضعيفة}}}}{r_{\text{قوية}} + r_{\text{ضعيفة}} + R_{\text{أسلاك}}}$$

•• أشكال لدائرة الشحن :



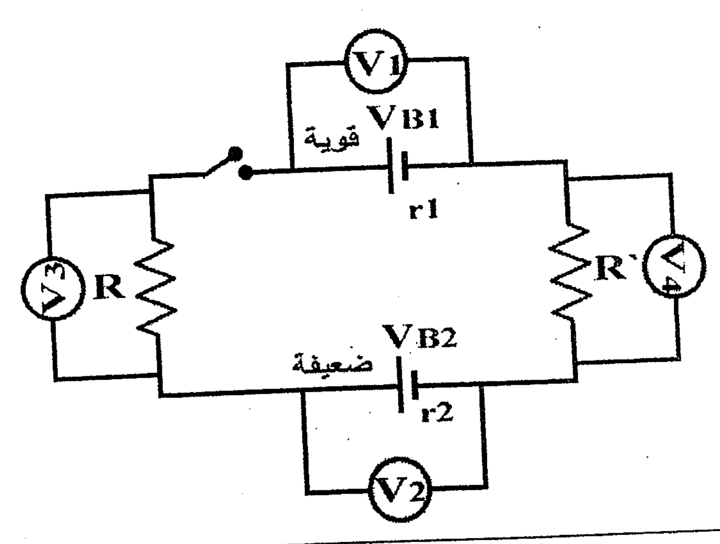


V_{B_1} ← تأخذ و تعطي فولتات [تأخذ Ir_1 و هو الجهد المبذول داخل B_1]

$R^\backslash$ ← تستقبل [$IR^\backslash$ و هو الجهد المبذول داخل المقاومة $R^\backslash$]

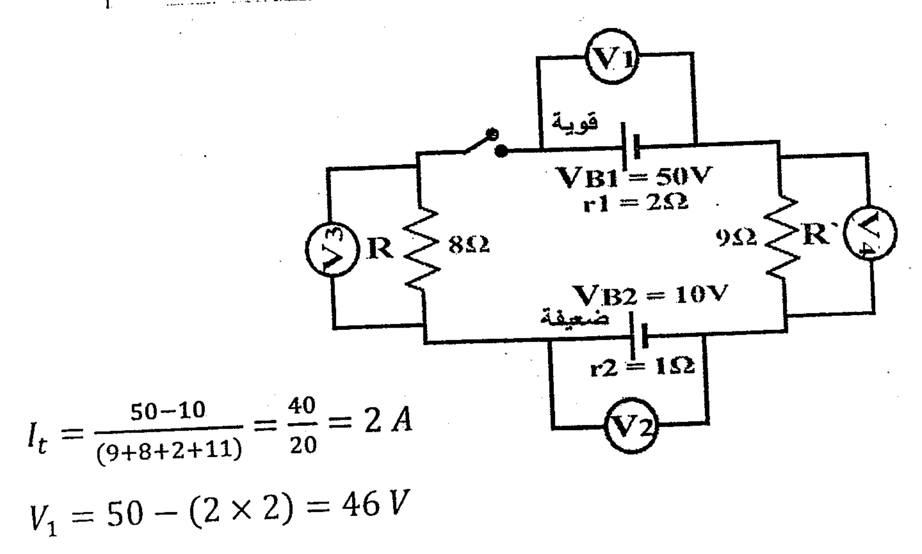
R ← تستقبل [IR و هو الجهد المبذول داخل المقاومة R]

V_{B_2} ← تستقبل [Ir_2 و هو الجهد المبذول داخل B_2 (البطارية 2)]



	K مفتوح	K مغلق	زيادة $R^\backslash$
V_1	$V_1 = V_{B_1}$	$V_1 = V_{B_1} - Ir_1$	$\uparrow V_1 = V_{B_1} - \downarrow Ir_1$ (V_1 يزداد)
V_2	$V_2 = V_{B_2}$	$V_2 = V_{B_2} + Ir_2$	$\downarrow V_2 = V_{B_2} + \downarrow Ir_2$ (V_2 تقل)
V_3	$V_3 = 0$	$V_3 = IR$	$\downarrow V_3 = \downarrow IR$ (V_3 تقل)
V_4	$V_4 = zero$	$V_4 = IR^\backslash$	$\uparrow V_4 = V_{B_1} - V_{B_2} - \downarrow Ir_1 - \downarrow Ir_2 - \downarrow IR$ (V_4 تزداد)

مثال :



$$I_t = \frac{50-10}{(9+8+2+11)} = \frac{40}{20} = 2\ A$$

$$V_1 = 50 - (2 \times 2) = 46\ V$$

$V_1 = V_2 + V_3 + V_4$

$V_3 = 2 \times 8 = 16\ V$

$V_4 = 2 \times 9 = 18\ V$

$V_2 = 10 + (2 \times 1) = 12\ V$

$= V_1 - (V_3 + V_4) = 46 - (34) = 12\ V$

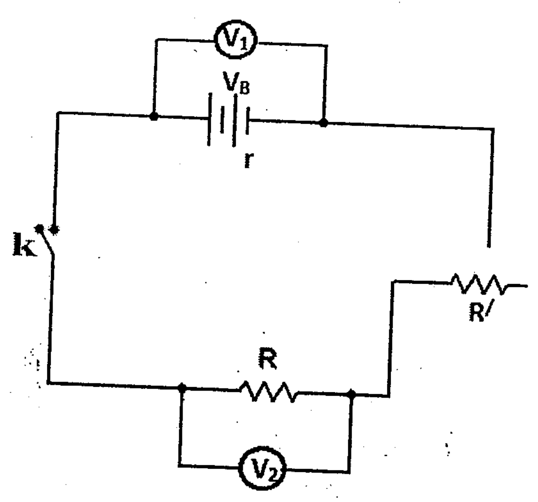
العلاقة بين الفولتميترات :-

الفولتميتر بين طرفي المصدر = مجموع الفولتميترات.

= (مجموع فروق الجهد في الدائرة كلها)

س: (امتحان مصر)

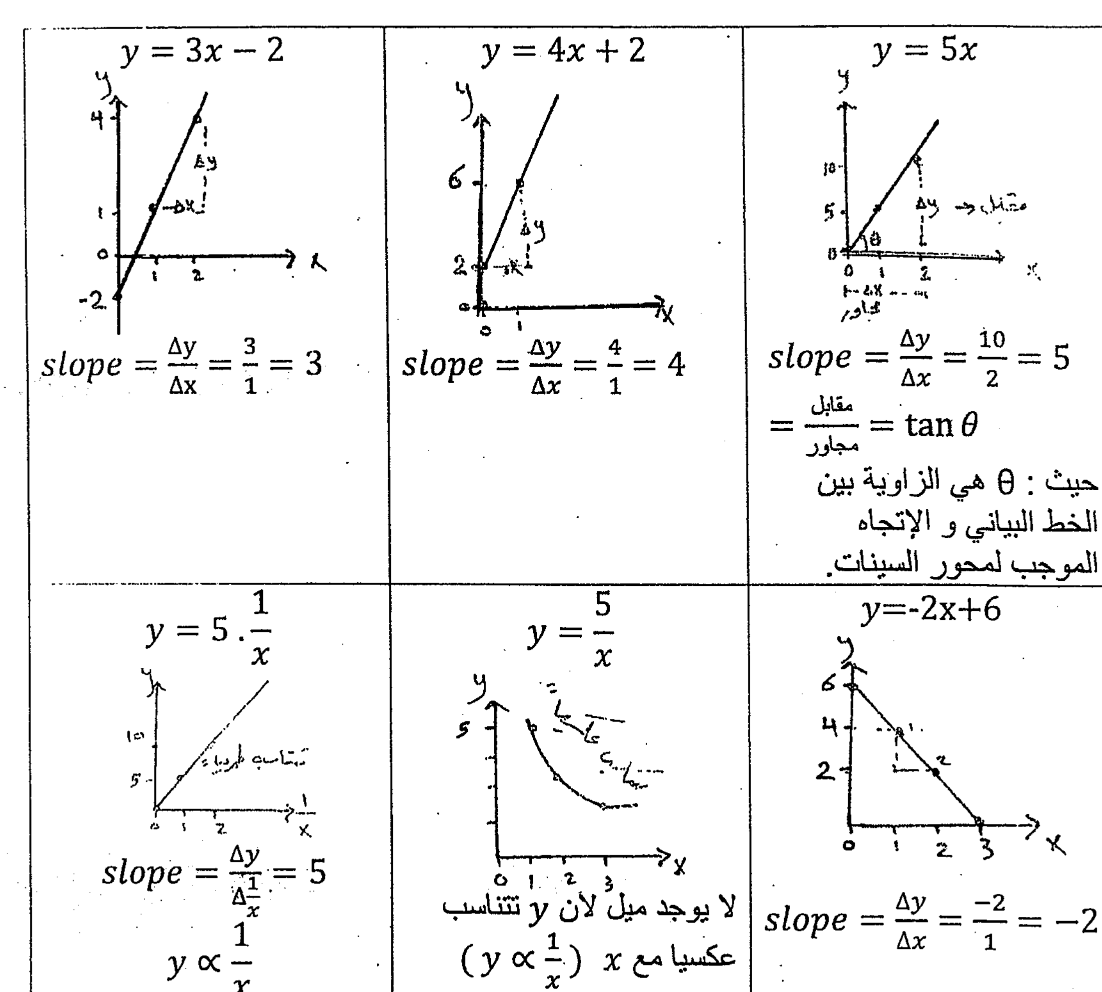
- اكتب العلاقة بين قراءة كل من V_1 و V_2 ، و شدة التيار الكهربي I المار بالدائرة.



$\boxed{V_1 = V_2 + I_s}$ #

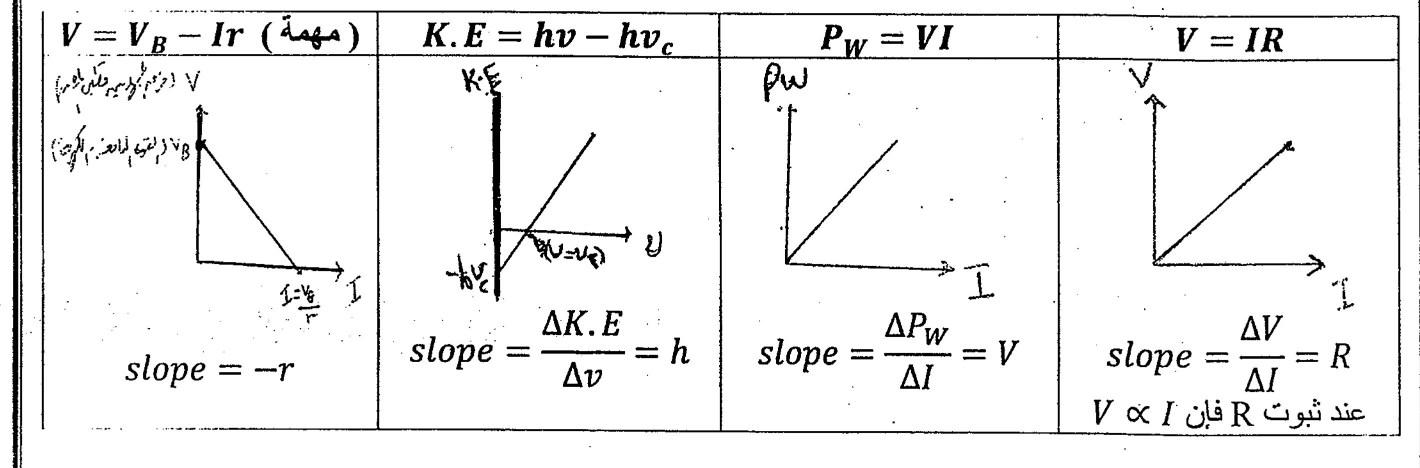
You are the person in the front seat of your car

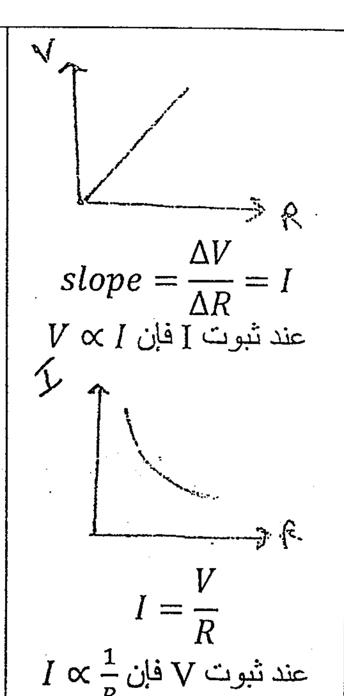
البياني



$$\therefore y = \pm A\, x \pm B$$

الميل (معامل س) ← → الجزء المقطوع من ص





$$slope = \frac{\Delta V}{\Delta R} = I$$

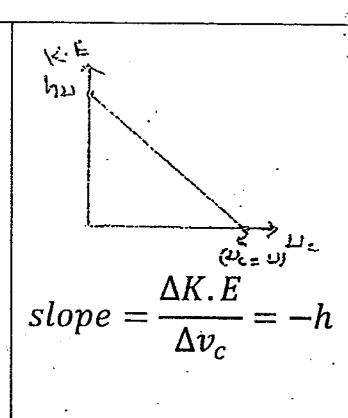
عند ثبوت I فإن $V \propto I$

$$I = \frac{V}{R}$$

عند ثبوت V فإن $I \propto \frac{1}{R}$

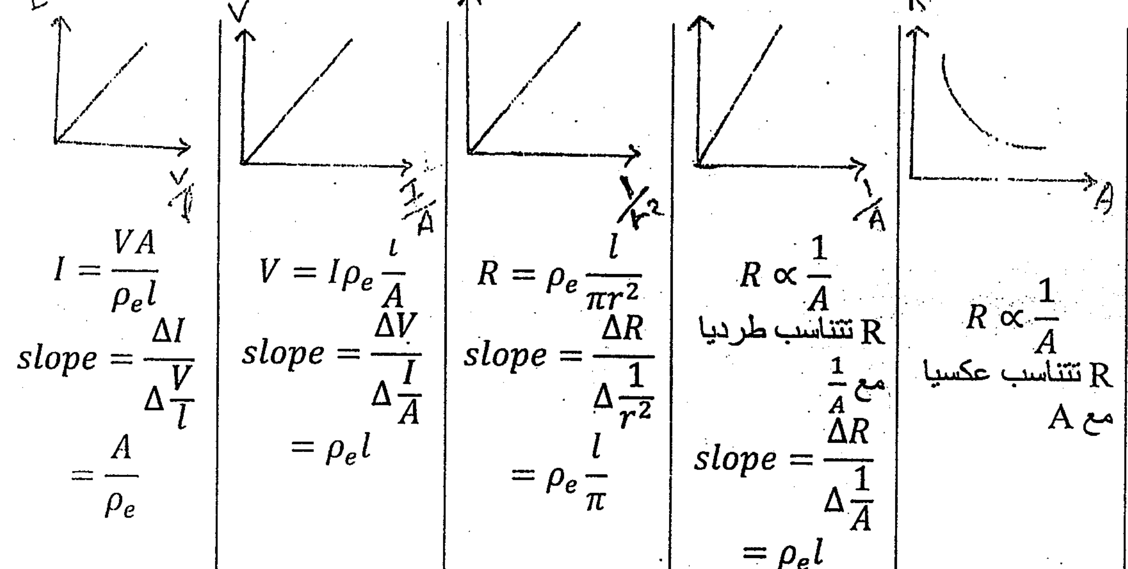
$$slope = \frac{\Delta P_W}{\Delta V} = I$$

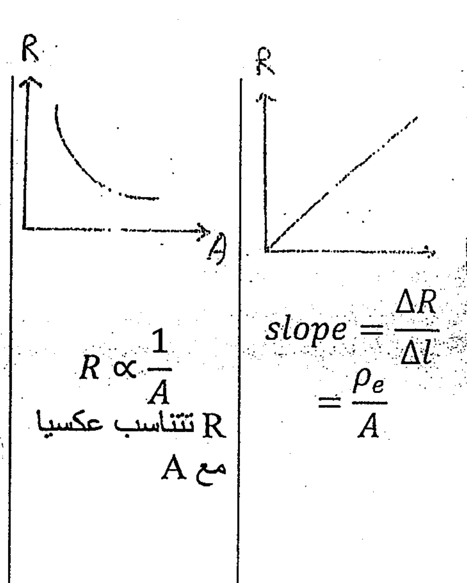
$$I = \frac{P_W}{V}$$



$$slope = \frac{\Delta K.E}{\Delta v_c} = -h$$

$$R = \rho_e \frac{l}{A}$$





$$slope = \frac{\Delta R}{\Delta l} = \frac{\rho_e}{A}$$

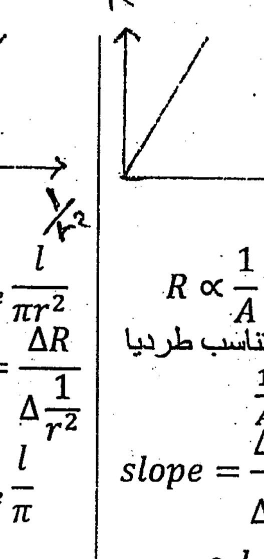
$$R \propto \frac{1}{A}$$

R تتناسب عكسيا مع A

$$R \propto \frac{1}{A}$$

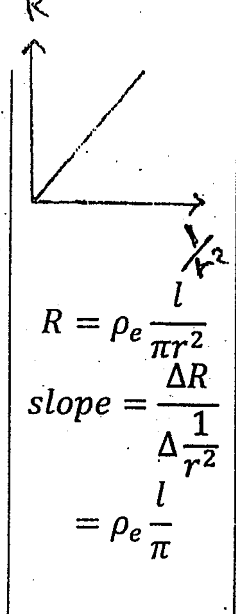
R تتناسب طرديا مع $\frac{1}{A}$

$$slope = \frac{\Delta R}{\Delta \frac{1}{A}} = \rho_e l$$



$$R = \rho_e \frac{l}{\pi r^2}$$

$$slope = \frac{\Delta R}{\Delta \frac{1}{r^2}} = \rho_e \frac{l}{\pi}$$



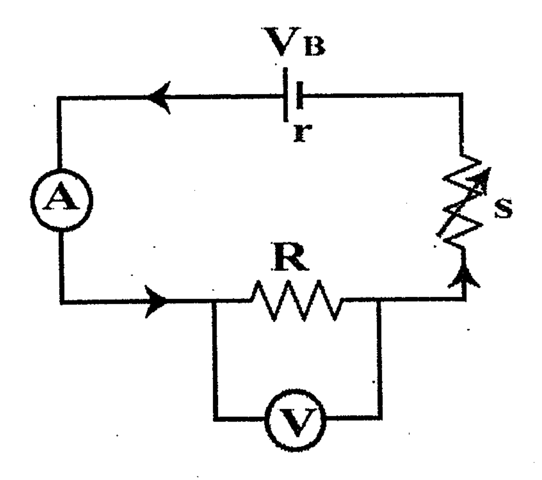
$$V = I\rho_e \frac{l}{A}$$

$$slope = \frac{\Delta V}{\Delta \frac{I}{A}} = \rho_e l$$

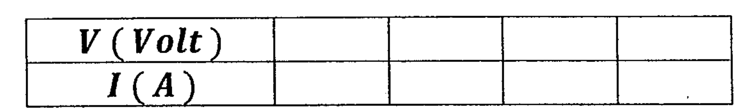
$$I = \frac{VA}{\rho_e l}$$

$$slope = \frac{\Delta I}{\Delta \frac{V}{l}} = \frac{A}{\rho_e}$$

تجربة تحقيق قانون أوم عمليا



1- نعدل قيمة الريوستات حتي يمر في الدائرة تيار مناسب.
2- نعين قيمة شدة التيار بالأميتر و فرق الجهد بالفولتميتر.
3- نغير قيمة الريوستات و نعين شدة التيار الجديد و فرق الجهد الجديد.
4- نكرر ذلك عدة مرات.
5- نضع النتائج في جدول كالتالي :



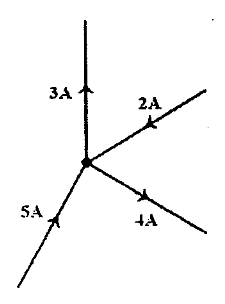
$V\ (Volt)$				
$I\ (A)$				

6- نقوم بعمل رسم بياني بحيث يكون V علي المحور الرأسي ، I علي المحور الأفقي فتكون النقط علي خط واحد و يكون ميله يساوي $R = \frac{\Delta V}{\Delta I}$

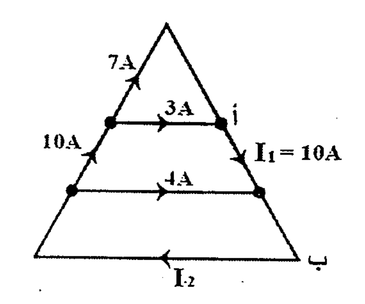
- **نلاحظ أن :** بزيادة شدة التيار يزداد فرق الجهد .
- **نستنتج أن :** " شدة التيار المار في موصل تتناسب طرديا مع فرق الجهد و هذا هو نص قانون أوم " $V = IR$

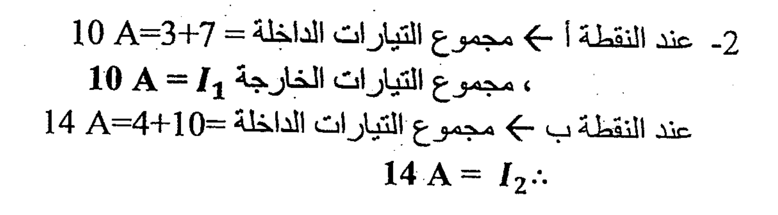
قانون كيرشوف الأول

" مجموع التيارات الداخلة = مجموع التيارات الخارجة "



1- مجموع التيارات الداخلة = 2+5 = 7 A
مجموع التيارات الخارجة = 3 + 4 = 7 A



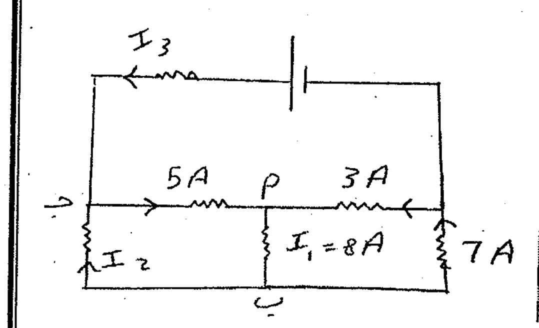


2- عند النقطة أ ← مجموع التيارات الداخلة = $7+3=10\ A$

، مجموع التيارات الخارجة = $\mathbf{10\ A = I_1}$

عند النقطة ب ← مجموع التيارات الداخلة= $10+4=14\ A$

$\therefore I_2 = \mathbf{14\ A}$



3- عند النقطة أ ← مجموع التيارات الداخلة= $3+5=8\ A$

$\therefore I_2 = 8\ A$

عند النقطة ب ← مجموع التيارات الداخلة = $8\ A$

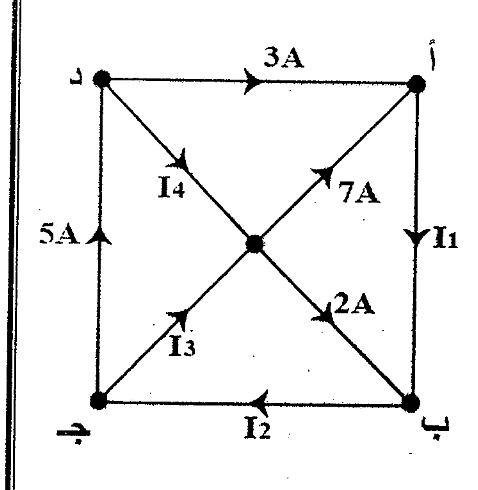
، مجموع التيارات الخارجة = $I_2 + 7$

$\therefore I_2 = 1\ A$

عند النقطة جـ ← مجموع التيارات الداخلة = $1 + I_3$

، مجموع التيارات الخارجة = $5\ A$

$\therefore I_3 = 4\ A$



4- عند النقطة أ ← مجموع التيارات الداخلة = $3+7=10\ A$

$\therefore$ مجموع التيارات الخارجة I_1

$I_1 = 10\ A$

عند النقطة ب ← مجموع التيارات الداخلة = $10+2= 12\ A$

$\therefore$ مجموع التيارات الخارجة = $I_2 = 12\ A$

عند النقطة جـ ← مجموع التيارات الداخلة = $12\ A$

مجموع التيارات الخارجة = $5 + I_3$

$I_3 = 7\ A$

عند النقطة د ← مجموع التيارات الداخلة = $5\ A$

مجموع التيارات الخارجة = $3 + I_4$

$I_4 = 2\ A$

المحاضرة الثامنة: تابع الكهربية التيارية

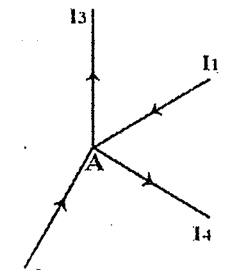
محتويات المحاضرة

قانون كيرشوف الثاني

تذكر ← قانون كيرشوف الأول :

القانون الأول لكيرشوف يسمي قانون النقطة أو قانون بقاء الشحنة .

أي أن (الشحنة الداخلة خلال زمن معين = الشحنة الخارجة خلال نفس الزمن)

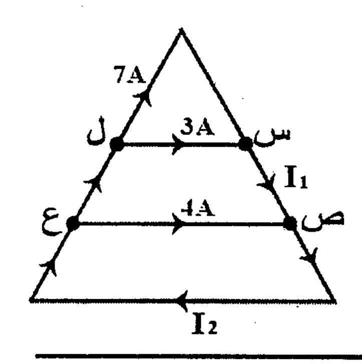


$$I_1 + I_2 = I_3 + I_4$$

$$I_1 + I_2 - I_3 - I_4 = 0$$

$$\sum I_{in} = \sum I_{out}$$

تذكر : مثال (النملة ☺) و انت بتحل :



عند النقطة س نجد ثلاث طرق ، يدخل إلي س 7 A ، 3 A

إذا يخرج منها I_1 و هو يساوي 3+7 = 10 A

، و عند النقطة ص نجد ثلاث طرق ، يدخل إلي ص $I_1 = 10\ A$

، 4 A إذا يخرج منها I_2 و هو يساوي 10+4 = 14 A

قانون كيرشوف الثاني

مقدمة :-

قانون كيرشوف الثاني يمكن أن يُسمي قانون بقاء الطاقة أو قانون نيوتن الأول.

- نص قانون نيوتن الأول :
- الجسم الساكن يبقي ساكنا مالم تؤثر عليه قوة تحركه ، و الجسم المتحرك في خط مستقيم يظل متحركا بسرعة منتظمة مالم تؤثر عليه قوة تغير من حالته.

← تذكر مثال (المصباح المعلق الذي يقع تحت تأثير قوة وزنه و قوة المسمار المعلق فيه لأعلي)

، و تذكر أيضا مثال (السيارة)

- نجد أن الجسم الذي يسير بسرعة منتظمة تكون القوة الدافعة له تساوي القوة المعطله له.

- في الشكل الآتي :-

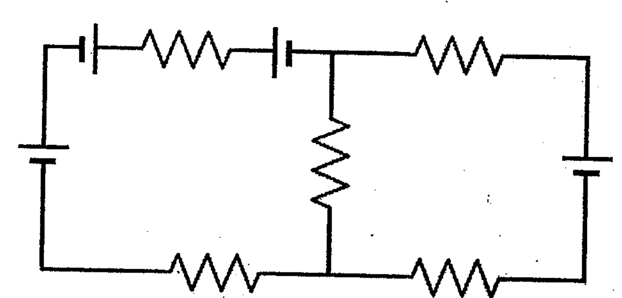
- نجد أن الشحنات تسير بسرعة منتظمة ، إذا القوة الدافعة لها (V_B) تساوي القوي المعطلة (المقاومات) ، و القوة التي تقوم بها المقاومات لمقاومة التيار المار فيها هي (IR) و هو الجهد المبذول في المقاومة.
- إذا وجد أكثر من بطارية تكون القوي الدافعة هي مجموع الـ $V_B s$

إذا تكون : $\sum V_B = \sum IR$

- و من حيث (قانون بقاء الطاقة) نجد أن الطاقات التي بذلتها البطارية في تحريك الشحنات تساوي الطاقة التي استهلكت في المقاومات.

$$\sum W_B = \sum W_R \rightarrow \sum V_B . Q = \sum IR . Q \rightarrow \sum V_B = \sum IR$$

و لكن في الشكل الآتي :



هنا نجد أن سرعة الشحنات في الضلع أ ب تختلف عن سرعتها في المسار ب جـ د أ أي في الثلاث أضلاع ب جـ ، جـ د ، د أ و لكن السرعة في الضلع أ ب نفسه منتظمة أي أن القوي الدافعة فيه تساوي مجموع القوي المعطلة فيه.

$$\sum V_{B_{\text{أ ب}}} = \sum IR_{\text{أ ب}} \rightarrow (1)$$

و في المسار ب جـ د أ نفسه تكون السرعة منتظمة أيضا أي أن مجموع القوي الدافعة فيه تساوي مجموع القوي المعطلة فيه.

$$\sum V_{B_{\text{ب جـ د أ}}} = \sum IR_{\text{ب جـ د أ}} \rightarrow (2)$$

و بجمع المعادلتين نجد أن :

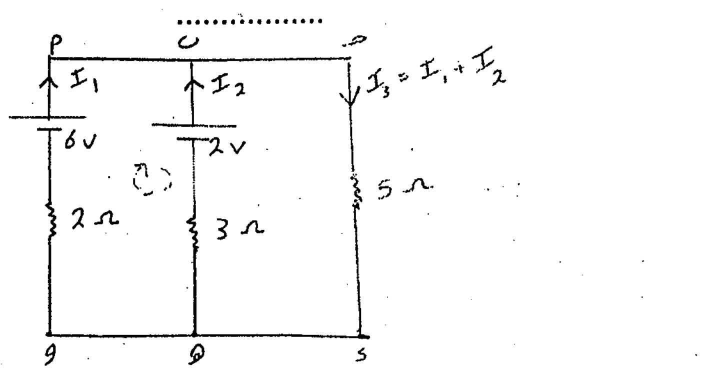
$$\sum V_{B_{\text{للمسار كله}}} = \sum IR_{\text{للمسار كله}}$$

في أي مسار مغلق يكون مجموع الدوافع يساوي مجموع المعوقات

إزاي تحل كيرشوف

1- نضع الأسهم (إتجاهات التيار)
2- نفرض قيمة التيار I_3, I_2, I_1 متخذين في الإعتبار قانون كيرشوف الأول ، وننظر إلي البطاريات من موجبها.
3- نفرض مسار مغلق (loop) و تكتب معادلته كما يلي .
أ- نضع يساوي في المنتصف.
ب- نضع البطاريات علي اليسار (البطارية اللي مع الـloop موجبة و البطارية اللي عكس الـloop سالبة)
ج- نضع IRs علي اليمين (Rs اللي تيارها مع الـloop تكون IR لها موجبة و الـRs اللي تيارها عكس الـloop تكون IR لها سالبة)
4- عدد المسارات = عدد المجاهيل.
5- لا تستخدم مسارا هو مجموع مسارين فتكون كعادلته هي مجموع معادلتي المسابن فلا تأتي بجديد.

-1



من المسار أ ب هـ و أ (مع عقارب الساعة)

$$\sum V_B = \sum IR$$

$$6 - 2 = 2I_1 - 3I_2$$

$$\therefore 4 = 2I_1 - 3I_2 \quad \rightarrow (1)$$

و من المسار أ ب جـ د هـ و أ (مع عقارب الساعة)

$$\therefore 6 = 2I_1 + 5I_1 + 5I_2$$

$$6 = 7I_1 + 5I_2 \quad \rightarrow (2)$$

[بضرب (1) $\times \frac{5}{3}$]

$$\frac{20}{3} = \frac{10}{3}I_1 - 5I_2 \quad \rightarrow (3)$$

[بجمع (2) ، (3)]

$$\frac{38}{3} = \frac{31}{3}I_1 \quad \rightarrow \quad \boldsymbol{I_1 = \frac{38}{3}\ A}\ \#$$

$$I_2 = \frac{2I_1 - 4}{3} \quad \rightarrow \quad \boldsymbol{I_2 = -\frac{16}{31}\ A}\ \#$$

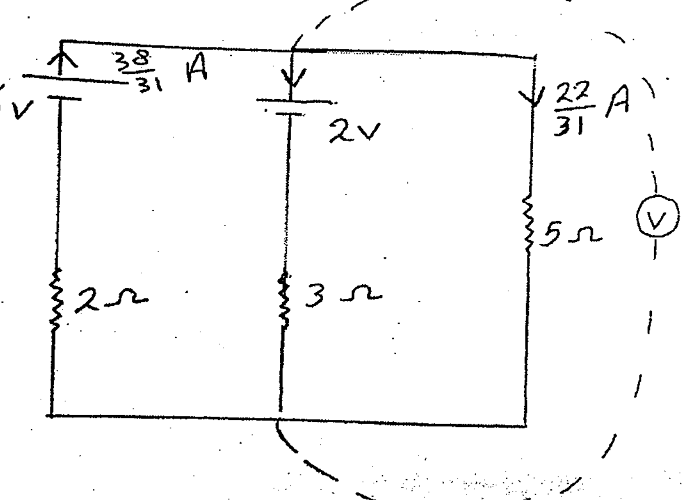
(و الـ(-) معناها ان الإتجاه معكوس)

$$\therefore I_3 = I_1 + I_2 = \frac{38}{31} - \frac{16}{31} = \boldsymbol{\frac{22}{31}\ A}\ \#$$

للتأكد من الحل بطريقة أخري:

← وصل فولتميتر بين طرفي ب ، هـ ـ و إذا وجدت أن :

قراءة V للفرع الأيمن = قراءة V للفرع الأوسط = قراءة V للفرع الأيسر ، إذا حلك صحيح.



الفرع الأيمن :

$$V = IR$$

$$V = \frac{22}{31} \times 5 = \boldsymbol{\frac{110}{31}\ V}$$

الفرع الأوسط :

$$V = V_B + IR$$

لأن البطارية تُشحن

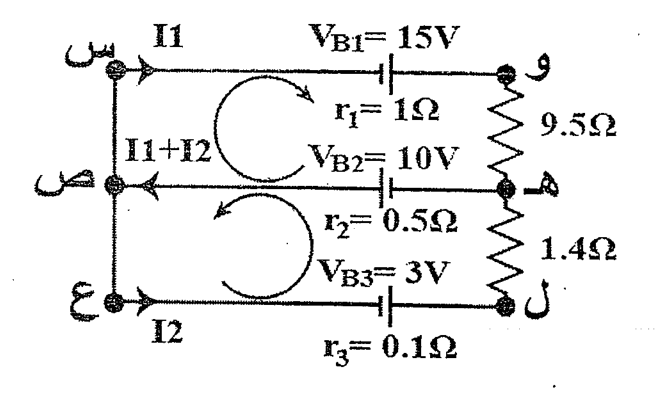
$$V = 2 + \left(\frac{16}{31} \times 3\right) = \boldsymbol{\frac{110}{31}\ V}$$

الفرع الأيسر :

$$V = V_B - IR$$

$$V = 6 - \left(\frac{38}{31} \times 2\right) = \boldsymbol{\frac{110}{31}\ V}$$

-2



- من المسار س ص هـ و س :

$$\sum V_B = \sum IR$$

$$25 = 11\, I_1 + 0.5\, I_2 \quad \rightarrow (1)$$

- و من المسار ص ع ل هـ ص :

$$13 = 0.5\, I_1 + 0.5\, I_2 + 0.1\, I_2 + 1.4\, I_2$$

$$\therefore 13 = 0.5\, I_1 + 2\, I_2 \quad \rightarrow (2)$$

بضرب (1) × 4-

$$\therefore\ -100 = -44\, I_1 - 2\, I_2 \quad \rightarrow (3)$$

بجمع (2)،(3)

$$\therefore -87 = -43.5\, I_1 \quad \rightarrow \quad \boldsymbol{I_1 = 2\, A}\ \#$$

$$\therefore \boldsymbol{I_2 = 6\, A}\ \#\ ,\ I_3 = I_1 + I_2 \quad \rightarrow \quad \boldsymbol{I_3 = 8\, A}\ \#$$

و **للتأكد** نضع فولتميتر بين طرفي هـ،ص:

الطرف الأعلي :

$$V = V_B - IR$$

$$V = 15 - (2 \times 10.5) = \boldsymbol{-6\, V}\ \#$$

الطرف الأوسط :

$$V = V_B + IR$$

$$V = 10 + (8 \times 0.5) = \boldsymbol{6\, V}\ \#$$

الطرف الأسفل :

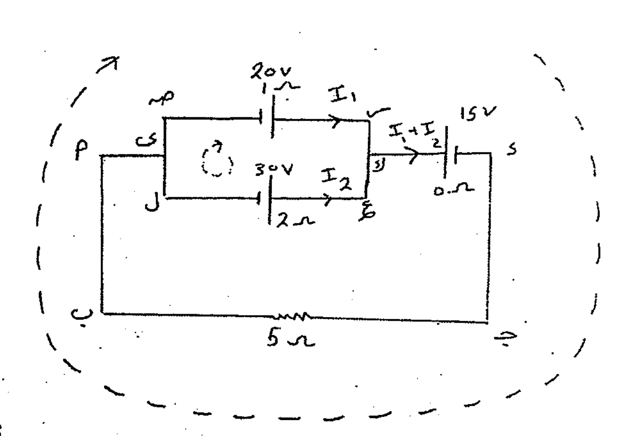
$$V = V_B - IR$$

$$V = 3 - (6 \times 1.5) = \boldsymbol{-6\, V}\ \#$$

(هذا الإختلاف في الإشارات لا يعني أن هناك خطأ في الحل و لكن هذه مجرد حالة خاصة)

....

-3



- من المسار س ص ع ل س :

$$\sum V_B = \sum IR$$

$$-10 = I_1 - 2\,I_2 \rightarrow (1)$$

- من المسار أ ب جـ د س ص أ :

$$5 = I_1 + 5\,I_1 + 5\,I_2$$

$$5 = 6\,I_1 + 5\,I_1 \rightarrow (2)$$

بضرب (1) × 6-

$$60 = -6\,I_1 + 12\,I_2 \rightarrow (3)$$

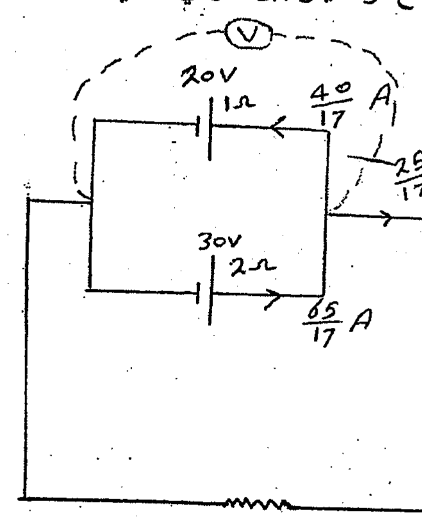
بجمع (2)،(3)

$$56 = 17\,I_2 \rightarrow \quad I_2 = \frac{65}{17}\,A \quad \#$$

$$I_1 = 2\,I_2 - 10 = 2\left(\frac{65}{17}\right) - 10 = -\frac{40}{17}\,A \quad \#$$

$$I_3 = I_1 + I_2 \rightarrow \quad I_3 = \frac{25}{17}\,A \quad \#$$

للتأكد نضع فولتميتر بين طرفي ك،ي :



الطرف الأعلي :

$$V = V_B + IR$$

$$V = 20 + \left(\frac{40}{17} \times 1\right) = \frac{380}{17}\,V \quad \#$$

الطرف الأوسط :

$$V = V_B + IR$$

$$V = 15 + \left(\frac{25}{17} \times 5\right) = \frac{380}{17}\,V \quad \#$$

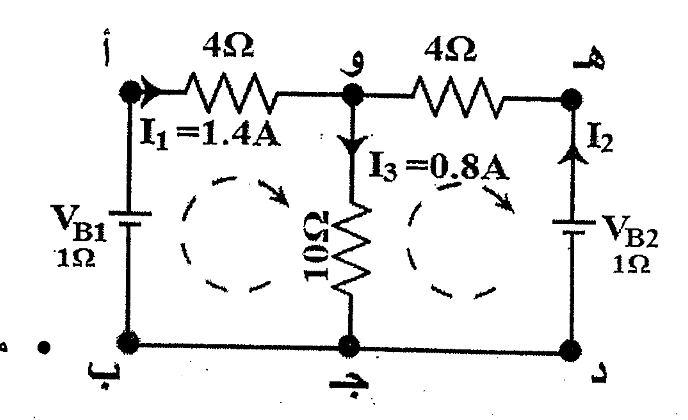
الطرف الأسفل :

$$V = V_B - IR$$

$$V = 30 - \left(\frac{65}{17} \times 2\right) = \frac{380}{17}\,V \quad \#$$

-4

مطلوب V_{B_1} ، V_{B_2} ؟؟



- من المسار أ ب جـ و أ :

$$\sum V_B = \sum IR$$

$$V_{B_1} = 1.4 + 5.6 + (0.8 \times 10)$$

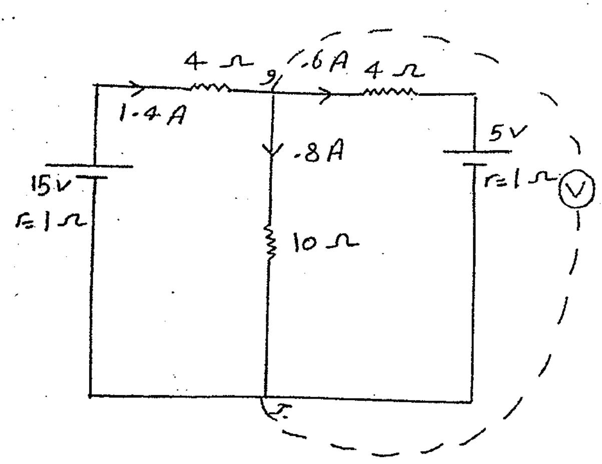
$$V_{B_1} = 15\ V \quad \#$$

- من المسار ز جـ د هـ و :

$$-V_{B_2} = -(0.8 \times 10) + (0.6 \times 4) + 0.6$$

$$V_{B_2} = 5\ V \quad \#$$

للتأكد وصل فولتميتر بين و،جـ :



الطرف الأيمن :

$$V = V_B + IR$$

$$V = 5 + (0.6 \times 5) = 8\ V \quad \#$$

الفرع الأوسط :

$$V = IR$$

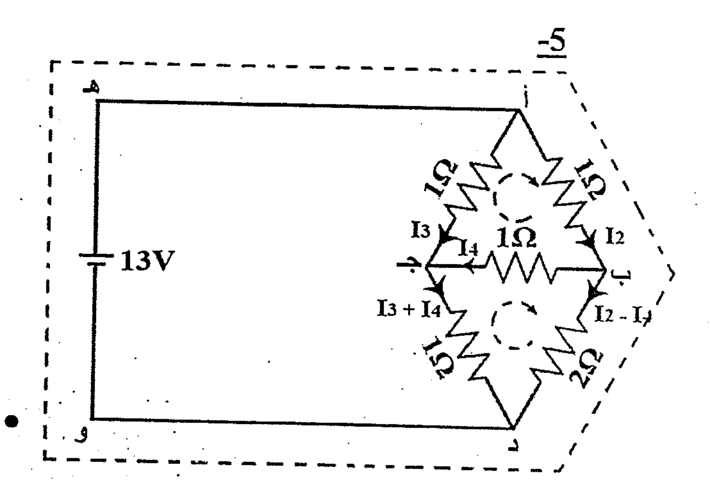
$$V = 0.8 \times 10 = 8\ V \quad \#$$

الفرع الأيسر :

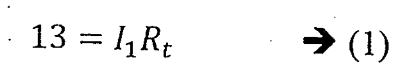
$$V = V_B - IR$$

$$V = 15 - (1.4 \times 5) = 8\ V \quad \#$$

-5



أوجد R_t ؟؟



$13 = I_1 R_t \quad \rightarrow (1)$

- من المسار أ ب د أ :

$0 = I_2 + I_4 - I_3$

$\therefore I_3 = I_2 + I_4 \quad \rightarrow (2)$

- من المسار ب جـ د ب :

$0 = -I_4 + 2\, I_2 - 2\, I_4 - I_3 - I_4$

$\therefore I_3 = 2\, I_2 - 4\, I_4 \quad \rightarrow (3)$

- من (2)،(3) :

$I_2 + I_4 = 2\, I_2 - 4\, I_4$

$5\, I_4 = I_2 \quad \rightarrow (4)$

- من المسار أ ب جـ و هـ أ :

$13 = I_2 + 2\, I_2 - 2\, I_4$

$13 = 3\, I_2 - 2\, I_4 \quad \rightarrow (5)$

- من (4) ، (5) :

$13 = 15\, I_4 - 2\, I_4 = 13\, I_4$

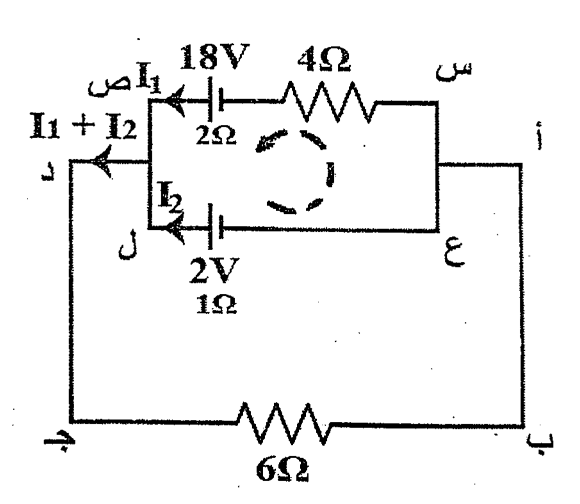
$\therefore I_4 = 1\, A \xrightarrow{\text{من } (4)} I_2 = 5\, A \xrightarrow{\text{من } (2)} I_3 = 6\, A$

$\therefore I_1 = I_2 + I_3 = 11\, A$

$13 = 11 R_t$ من (1)

$\therefore \boldsymbol{R_t = \frac{13}{11} = 1.1818\, \Omega}$

-6



- من المسار س ص ع ل س :

$$\sum V_B = \sum IR$$

$$16 = 4\,I_1 + 2\,I_1 - I_2$$

$$16 = 6\,I_1 - I_2 \qquad \rightarrow (1)$$

- من المسار أ س ص د جـ ب أ :

$$18 = 6\,I_1 + 6\,I_2 + 4\,I_1 + 2\,I_1$$

$$18 = 12\,I_1 + 6\,I_2 \qquad \rightarrow (2)$$

بضرب (1) × 2-

$$-32 = -12\,I_1 + 6\,I_2 \qquad \rightarrow (3)$$

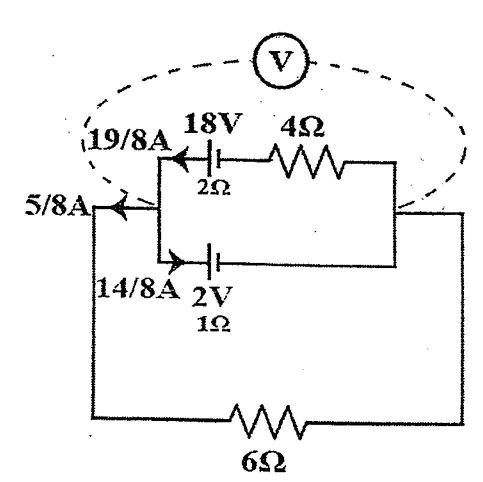
بجمع (2)،(3)

$$-14 = 8\,I_2 \rightarrow \boldsymbol{I_2 = -\frac{14}{8}\,A} \quad \#$$

و من (1) $\leftarrow$ $\boldsymbol{I_1 = \frac{19}{8}\,A}$ #

$$\therefore \boldsymbol{I_3} = I_1 + I_2 = \boldsymbol{\frac{5}{8}\;A} \quad \#$$

للتأكد نوصل الفولتميتر كما يلي :



الطرف الأعلي : $V = V_B - IR$

$$V = 18 - \left(\frac{19}{8} \times 6\right) = \boldsymbol{3.75\,V} \quad \#$$

الطرف الأوسط : $V = IR$

$$V = \frac{5}{8} \times 6 = \frac{30}{8} = \boldsymbol{3.75\,V} \quad \#$$

الطرف الأسفل : $V = V_B + IR$

$$V = 2 + \left(\frac{14}{8} \times 1\right) = \boldsymbol{3.75\,V} \quad \#$$

الفصل الثاني

التأثير المغناطيسي للتيار الكهربي وأجهزة القياس الكهربي

- تمهيد :

قام العالم الدنماركي هانز أورستد بوضع بوصلة صغيرة بالقرب من سلك يمر به تيار كهربي ، فلاحظ :

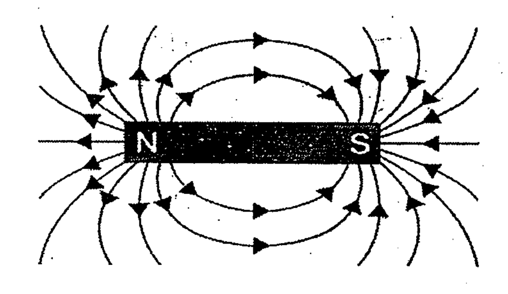
1- انحراف إبرة البوصلة في اتجاه معين.
2- عند عكس اتجاه التيار تنحرف البوصلة في الاتجاه المضاد.
3- عند قطع التيار الكهربي تستعيد البوصلة اتجاهها الأصلي.

استنتج أورستد أن :

- انحراف البوصلة أثناء مرور التيار الكهربي في السلك يوضح أنها تتأثر بمجال مغناطيسي حول السلك نتيجة مرور تيار كهربي به.
وهذا ما يُطلق عليه التأثير المغناطيسي للتيار الكهربي.

- ولدراسة المجال المغناطيسي الناشئ عن مرور تيار لا بد من التعرف على بعض المفاهيم والقوانين الأساسية :

1- يتكون كل مغناطيس مهما كان حجمه من قطبين أحدهما شمالي N والآخر جنوبي S
2- عند تعليق مغناطيس تعليقًا حرًا :
يتجه أحد القطبين ناحية الشمال الجغرافي ويسمى قطبًا شماليًا N
يتجه أحد القطبين ناحية الجنوب الجغرافي ويسمى قطبًا جنوبيًا S
3- لا يوجد في الطبيعة قطب مغناطيسي منفرد ، فأي مغناطيس مهما صغر حجمه لا بد أن يكون له قطبان فيما يُسمى ثنائي القطب المغناطيسي ، وهذا بخلاف الكهرباء الاستاتيكية حيث توجد شحنة موجبة أو شحنة سالبة مفردة كما يمكن أن تتواجد شحنتان على طرفي جسم واحد فيما يعرف بثنائي القطب الكهربي.
4- لكل مغناطيس منطقة محيطة به تسمى المجال المغناطيسي تظهر فيها آثار قوته المغناطيسية وهي ممتدة إلى ما لا نهاية من الناحية النظرية أما عمليًا فهي تنعدم عند أبعاد معينة من المغناطيس ويستدل على حدود المجال المغناطيسي باستخدام البوصلة.



المجال المغناطيسي :

المنقطة المحيطة بالمغناطيس من جميع الجهات وتظهر فيها آثار قوة المغناطيس.

5- يحتوي المجال المغناطيسي على عدد من الخطوط الوهمية تسمى خطوط الفيض أو خطوط القوى المغناطيسية وهذه الخطوط :

- تتجه من القطب الشمالي إلى القطب الجنوبي لمغناطيس خارج المغناطيس.
- يمكن تخطيطها عمليًا باستخدام برادة حديد يتم نثرها على لوح من الزجاج موضوع فوق مغناطيس.

الفيض المغناطيسي φ_m :

العدد الكلي لخطوط الفيض المغناطيسي المحيطة بالمغناطيس.

ويُقاس بالوبر $Weber = 10^8$ line

6- يمكن الاستفادة من خطوط الفيض المغناطيسي في دراسة توزيع القوة المغناطيسية عند كل نقطة في المجال فكلما زاد ازدحام خطوط الفيض عند نقطة معينة في المجال زادت كثافة الفيض المغناطيسي (شدة المجال المغناطيسي) عند هذه النقطة ، والعكس صحيح.

- أي أن كثافة الفيض عند نقطة تدل على قوة المغناطيسي عند تلك النقطة.

كثافة الفيض المغناطيسي عند نقطة B :

عدد خطوط الفيض المغناطيسي المارة عموديًا بوحدة المساحات المحيطة بتلك النقطة.

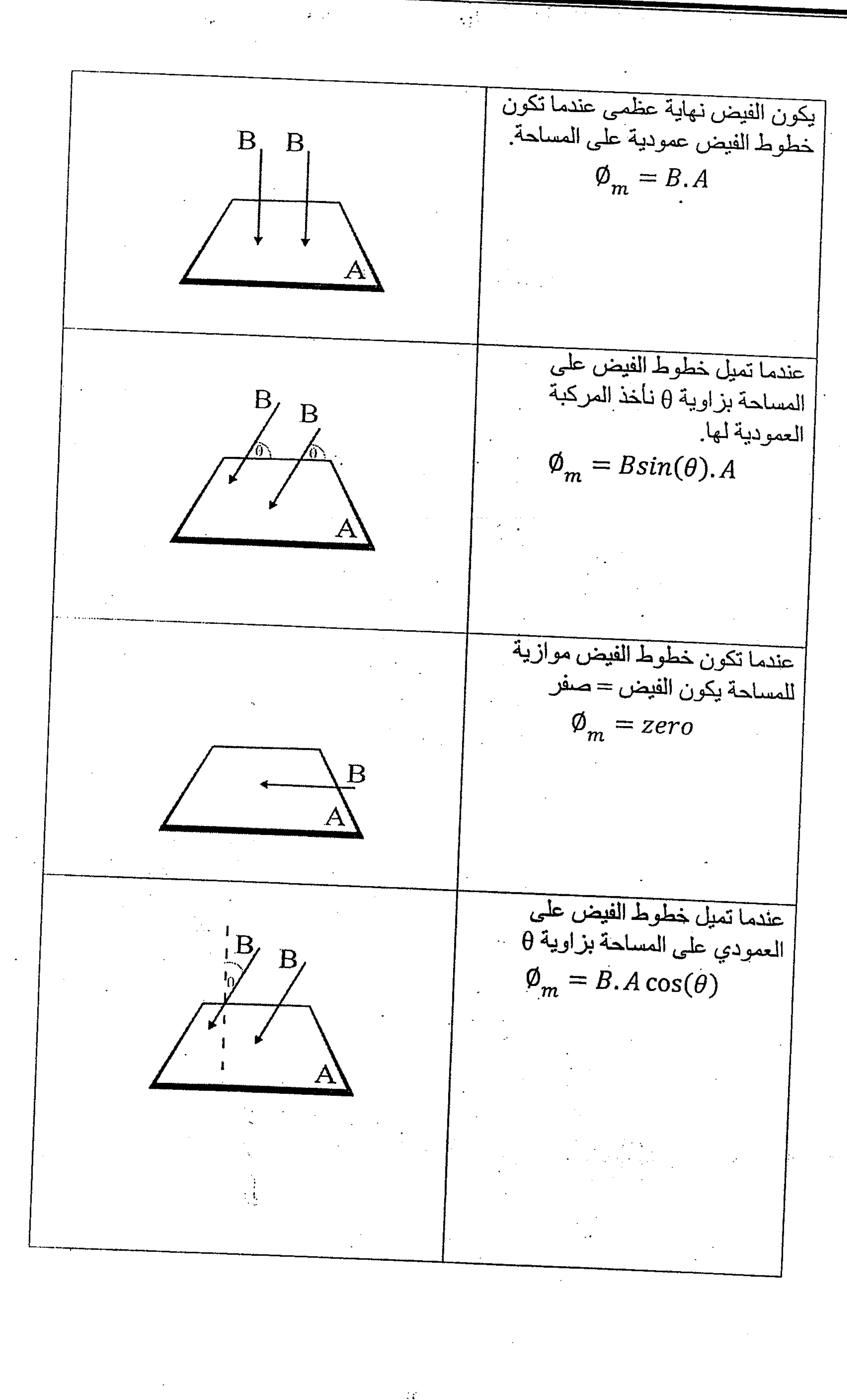
ووحدتها $T = Web/m^2$, $B = \frac{\emptyset_m}{A}$

7- الفيض المغناطيسي φ_m = المركبة العمودية لكثافة الفيض المغناطيسي x المساحة

$$\emptyset_m = BAsin(\theta)$$

Θ هي الزاوية بين خطوط الفيض والمساحة.

ميزنا الله بأن لنا عقلًا يتدبر .. ويهيم بأرجاء الدينا كي يسعد فيها ويعمر



يكون الفيض نهاية عظمى عندما تكون خطوط الفيض عمودية على المساحة. $\phi_m = B.A$	
عندما تميل خطوط الفيض على المساحة بزاوية θ نأخذ المركبة العمودية لها. $\phi_m = B\sin(\theta).A$	
عندما تكون خطوط الفيض موازية للمساحة يكون الفيض = صفر $\phi_m = zero$	
عندما تميل خطوط الفيض على العمودي على المساحة بزاوية θ $\phi_m = B.A\cos(\theta)$	

❖ مثال 1 : ملف مساحته $2\ m^2$ وضع في مجال مغناطيسي كثافة فيضه $0.05\ Wb/m^2$ بحيث يكون الفيض المار به نهاية عظمى ،
احسب الفيض المغناطيسي عندما يدور الملف بزاوية :
أ) 30^o
ب) 90^o

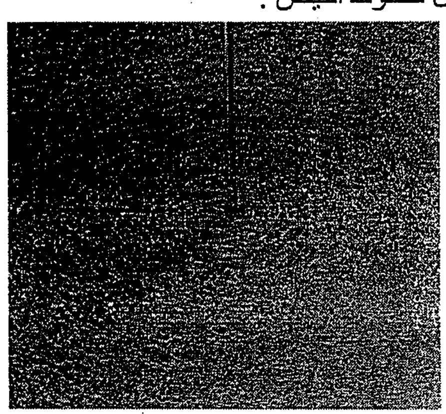
الحل :

أ) $\emptyset_m = BAsin(90-0) = 0.05 \times 2 \times \sin(60) = 0.087\ Wb$

ب) $\emptyset_m = 0.1 \times \sin(90-90) = 0$

أولًا : المجال المغناطيسي لتيار كهربي يمر في سلك مستقيم :

- كيفية التعرف على شكل خطوط الفيض :



الخطوات	الملاحظة	الاستنتاج
1- انثر برادة الحديد على لوحة أفقية من الورق المقوى يخترقها السلك المستقيم وهو في وضع رأسي ، واطرق لوح الورق طرقات خفيفة.	1- تترتب برادة الحديد على هيئة دوائر منتظمة متحدة المركز مركزها السلك المستقيم بحيث تتزاحم هذه الدوائر بالقرب من السلك وتقل بالابتعاد عنه.	1- تمثل الدوائر خطوط الفيض المغناطيسي. 2- تتزاحم خطوط الفيض بالقرب من السلك مما يدل على أن شدة المجال المغناطيسي تزداد بالاقتراب من السلك وتقل بالابتعاد عنه.
2- قم بزيادة شدة التيار الكهربي المار في السلك واطرق على اللوح مرة أخرى.	2- يزداد تزاحم الدوائر حول السلك.	3- عند زيادة شدة التيار الكهربي المار في السلك تزداد شدة المجال المغناطيسي وتقل بنقص التيار الكهربي.

- حساب كثافة الفيض المغناطيسي حول سلك مستقيم :

تتعين كثافة الفيض المغناطيسي عند أي نقطة تبعد مسافة d عن مركز سلك يمر به تيار كهربي شدته I من العلاقة :

$$B = \frac{\mu I}{2\pi d}$$

وتسمى **بقانون أمبير الدائري.**

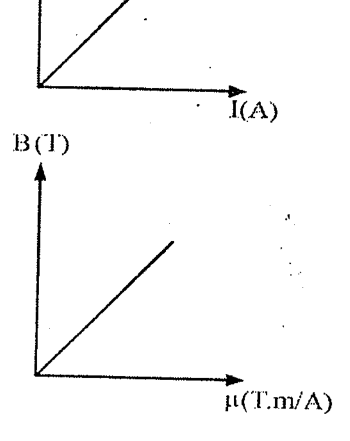
- العوامل التي يتوقف عليها :

B(T)

I(A)

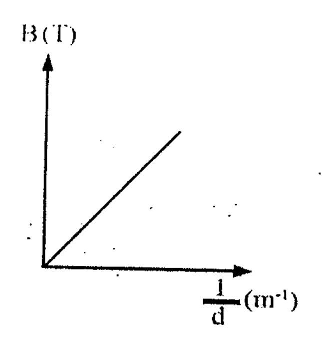
1- شدة التيار $B \; \alpha \; I$

$$slope = \frac{\mu}{2\pi d}$$



2- النفاذية المغناطيسية $B \; \alpha \; \mu$

$$slope = \frac{I}{2\pi d}$$



3- بعد النقطة عن السلك $B \; \alpha \frac{1}{d}$

$$slope = \frac{\mu I}{2\pi}$$

- حيث μ هي النفاذية المغناطيسية لوسط أو السماحية المغناطيسية له وتقاس بوحدة $T.m/A$ أو $Web/A.m$

وتختلف السماحية المغناطيسية من وسط لآخر.

- النفاذية المغناطيسية للهواء $\mu_o = 4\pi \times 10^{-7}\ Web/A.m$

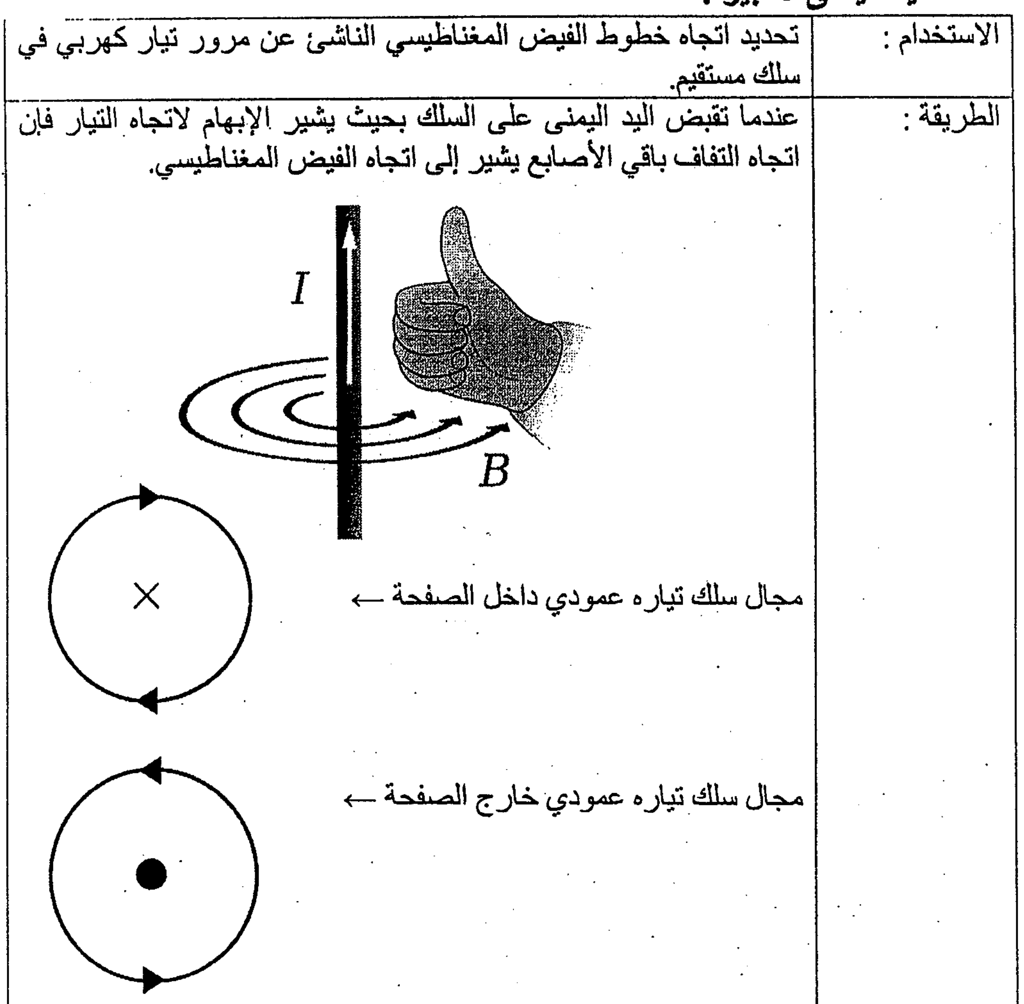
النفاذية المغناطيسية لوسط :
قابلية الوسط لنفاذ الفيض المغناطيسي خلاله.

- علل : يُنصح ببناء المساكن بعيدًا عن أبراج الضغط الكهربي العالي.

لتقليل تأثير المجال المغناطيسي الضار على الصحة لأن كثافة الفيض المغناطيسي B تتناسب عكسيًا مع المسافة d $B \alpha \frac{1}{d}$

- **قاعدة اليد اليمنى لأمبير :**

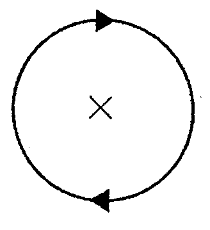
الاستخدام :	تحديد اتجاه خطوط الفيض المغناطيسي الناشئ عن مرور تيار كهربي في سلك مستقيم.
الطريقة :	عندما تقبض اليد اليمنى على السلك بحيث يشير الإبهام لاتجاه التيار فإن اتجاه التفاف باقي الأصابع يشير إلى اتجاه الفيض المغناطيسي.



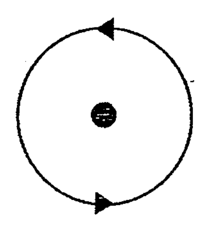
- ملحوظة : ⨯ يعني أن الفيض أو التيار عمودي داخل الصفحة.

  • يعني أن الفيض أو التيار عمودي خارج الصفحة.

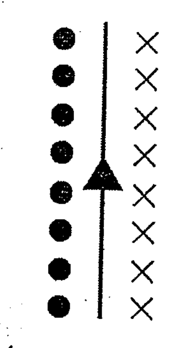
Dream as if you'll live forever. Live as if you'll die today



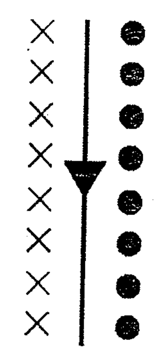
سلك تياره عمودي داخل الصفحة



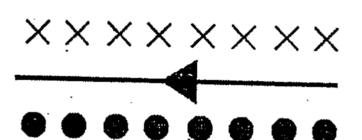
سلك تياره عمودي خارج الصفحة



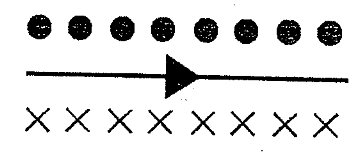
سلك رأسي تياره لأعلى



سلك رأسي تياره لأسفل



سلك أفقي تياره يسارًا



سلك أفقي تياره يمينًا

أخي لن تنال العلم إلا بستة ..... سأنبيك عن تفصيلها ببيان

ذكاء وحرص واجتهاد وبلغة ..... وصحبة أستاذ وطول زمان

- **كثافة الفيض الناشئ عن مرور تيارين في سلكين متوازيين في نفس الاتجاه :**

شكل المجال :	
	(+) (-) (+)
كثافة الفيض بين السلكين :	يكون اتجاه المجال لكل منهما بين السلكين معاكسًا للآخر لذلك تُحسب محصلة كثافة الفيض عند أي نقطة بينهما من العلاقة : $B_t = B_{\text{كبير}} - B_{\text{صغير}}$
كثافة الفيض خارج السلكين :	يكون اتجاه المجال لكل منهما خارج السلكين في نفس الاتجاه لذلك تحسب محصلة كثافة الفيض عند أي نقطة خارج السلكين من العلاقة : $B_t = B_1 + B_2$
القوة المؤثرة على السلكين :	محصلة كثافة الفيض خارج السلكين أكبر من محصلة كثافة الفيض بين السلكين فتتولد قوة تجاذب تحرك السلكين من الموضع الأعلى في كثافة الفيض إلى الموضع الأقل.
نقطة التعادل :	تقع نقطة التعادل بين السلكين بحيث تصبح $B_t = B_1 - B_2 = 0$ أي تنعدم عندها كثافة الفيض.
تعريف نقطة التعادل :	هي النقطة التي تنعدم عندها كثافة الفيض المغناطيسي نتيجة تقابل فيضين مغناطيسيين متساويين في المقدار ومتضادين في الاتجاه فتكون محصلتهما صفرًا. وتكون : - في منطقة طرح. - أقرب للأضعف تيارًا. - تكون النسبة بين بعديها عن السلكين كالنسبة بين تياريهما : $\frac{I_1}{I_2} = \frac{d_1}{d_2}$
حساب نقطة التعادل :	I_1 I_2 x d $B_1 = B_2$ $\frac{\mu I_1}{2\pi(x-d)} = \frac{\mu I_2}{2\pi d}$ $\frac{I_1}{x-d} = \frac{I_2}{d}$

- كثافة الفيض الناشئ عن مرور تيارين في سلكين متوازيين في عكس الاتجاه :

شكل المجال :	(-) (+) (-)
كثافة الفيض بين السلكين :	يكون اتجاه المجال بين السلكين في نفس الاتجاه فتُحسب محصلة كثافة الفيض عند أي نقطة بينهما من العلاقة $B_t = B_1 + B_2$
كثافة الفيض خارج السلكين :	يكون اتجاه المجال خارج السلكين لكل منهما في عكس الاتجاه لذلك تحسب محصلة كثافة الفيض عند أي نقطة خارجهما من العلاقة $B_t = B_{كبير} - B_{صغير}$
القوة المؤثرة على السلكين :	محصلة كثافة الفيض بين السلكين أكبر من محصلة كثافة الفيض خارجهما فتتولد قوة تنافر مغناطيسية تحرك السلكين من الموضع الأعلى في كثافة الفيض إلى الموضع الأقل في كثافة الفيض.
نقطة التعادل :	تقع نقطة التعادل خارج السلكين بحيث تصبح عندها $B_1 = B_2$ أي أن $B_t = B_1 - B_2 = 0$ أي تنعدم عندها كثافة الفيض.
تعريف نقطة التعادل :	هي النقطة التي تنعدم عندها كثافة الفيض المغناطيسي نتيجة تقابل فيضين مغناطيسيين متساويين في المقدار ومتضادين في الاتجاه فتكون محصلتهما صفرًا. وتكون : - في منطقة طرح. - أقرب للأضعف تيارًا. - تكون النسبة بين بعديها عن السلكين كالنسبة بين تياريهما : $\frac{I_1}{I_2} = \frac{d_1}{d_2}$
حساب نقطة التعادل :	$B_1 = B_2$ $\frac{\mu I_1}{2\pi d} = \frac{\mu I_2}{2\pi(x+d)}$ $\frac{I_1}{d} = \frac{I_2}{x+d}$ I_2 I_1 x d

- ملحوظة : لا توجد نقطة تعادل إذا كان تيارا السلكين في عكس الاتجاه ولهما نفس الشدة.

❖ مثال : سلك مستقيم تياره 7.2A عمودي داخل الصفحة فإذا علمت أن المركبة الأفقية لمجال الأرض 2.28×10^{-5} T

احسب محصلة كثافة الفيض المغناطيسي عند النقاط الآتية :

1- على بعد 8cm شمال السلك.

2- على بعد 8cm جنوب السلك.

3- على بعد 8cm شرق السلك.

4- على بعد 8cm غرب السلك.

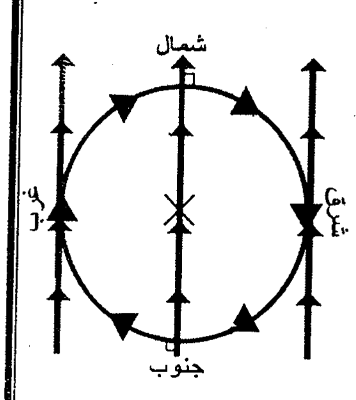
علمًا بأن مجال الأرض يمر من جنوب الصفحة إلى شمالها

وأن : $\mu = 4\pi \times 10^{-7}$ Web/A.m

- الحل :

1- شمال السلك :

يتعامد مجال السلك مع مجال الأرض فتكون :



$$B_t = \sqrt{B^2_{\text{سلك}} + B^2_{\text{ارض}}}$$

$$B_{\text{سلك}} = \frac{\mu I}{2\pi d} = \frac{4\pi \times 10^{-7} \times 7.2}{2\pi \times 8 \times 10^{-2}} = 1.8 \times 10^{-5}\ T$$

$$B_t\,(\text{شمال السلك}) = \sqrt{(1.8 \times 10^{-5})^2 + (2.28 \times 10^{-5})^2}$$

2- جنوب السلك :

يتعامد مجال السلك مع مجال الأرض :

$$B_t(\text{جنوب السلك}) = \sqrt{B^2_{\text{سلك}} + B^2_{\text{ارض}}} = \sqrt{(1.8 \times 10^{-5})^2 + (2.28 \times 10^{-5})^2}$$

3- شرق السلك :

يكون اتجاه مجال السلك عكس اتجاه مجال الأرض :

$$B_t(\text{شرق السلك}) = B_{\text{ارض}} - B_{\text{سلك}}$$

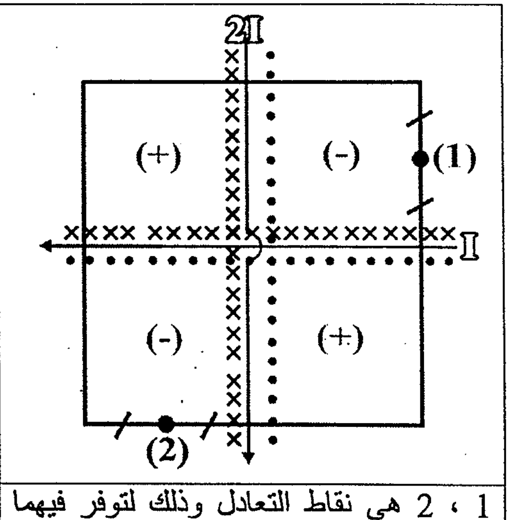
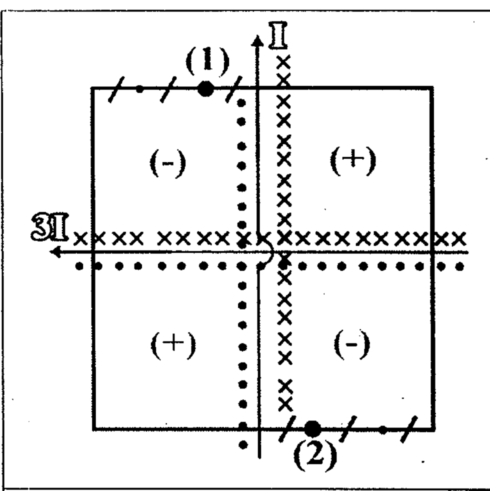
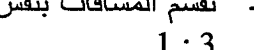
4- غرب السلك :

يكون اتجاه مجال السلك مع مجال الأرض :

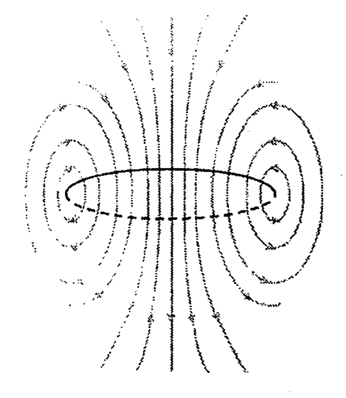
$$B_t(\text{غرب السلك}) = B_{\text{ارض}} + B_{\text{سلك}}$$

Man needs his difficulties because they are necessary to enjoy success

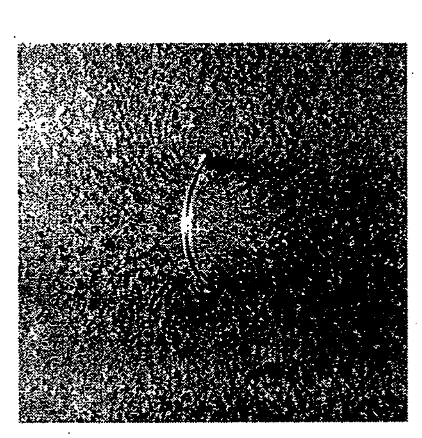
❖ مثال : حدد نقاط التعادل في الأمثلة التالية :

	
1 ، 2 هي نقاط التعادل وذلك لتوفر فيهما شروط نقطة التعادل : - توجد في منطقة طرح. - أقرب للأضعف تيارًا. - تقسم المسافات بنفس نسب التيار 1 : 2	1 ، 2 هي نقاط التعادل وذلك لتوفر فيهما شروط نقطة التعادل : - توجد في منطقة طرح. - أقرب للأضعف تيارًا. - تقسم المسافات بنفس نسب التيار  1 : 3

ثانيًا : المجال المغناطيسي لتيار يمر في ملف دائري :



- للتعرف على شكل خطوط الفيض :
  - الخطوات :
    1- نحضر ورقة مقواه بحيث يخترق الملف الدائري الورقة حيث يكون مستوى الملف عموديًا على مستوى الورقة.
    2- ننثر برادة الحديد على لوح الورق ونطرق عليه طرقات خفيفة فتترتب برادة الحديد كما بالشكل.
  - المشاهدة :
    1- المجال المغناطيسي عند مركز الملف الدائري يشبه إلى حد كبير المجال المغناطيسي لمغناطيس صغير أو قرص مصمت له قطبان مستديران.
    2- تفقد خطوط الفيض دائريتها وتختلف من نقطة لأخرى.
    3- خطوط الفيض المغناطيسي عند محور الملف الدائري خطوط مستقيمة متوازية ومتعامدة على مستوى الملف.



- لحساب كثافة الفيض المغناطيسي عند مركز الملف :

$$B = \frac{\mu N I}{2r}$$

حيث N : عدد اللفات.

r : نصف قطر الملف في حالة اللفة الواحدة.

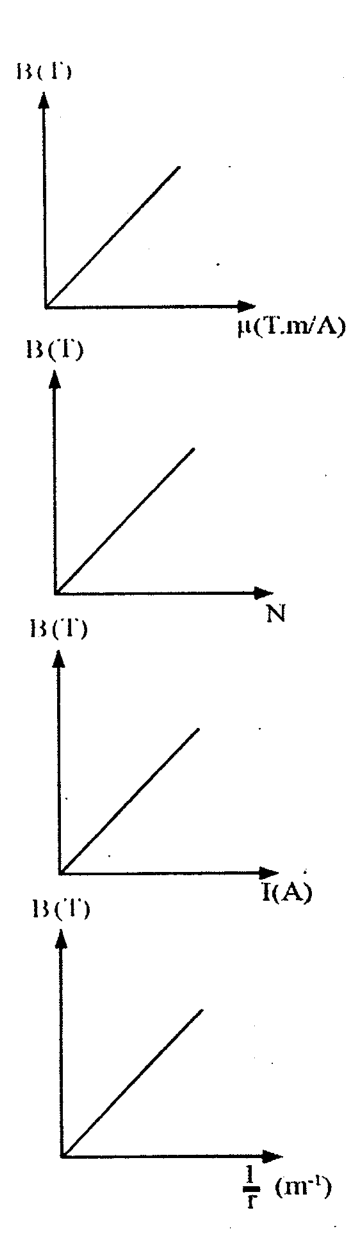
أو متوسط نصف قطر اللفات في حالة عدد من اللفات.

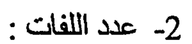
- العوامل التي يتوقف عليها B لملف دائري :

1- النفاذية المغناطيسية :

$$B \, \alpha \, \mu$$

$$slope = \frac{B}{\mu} = \frac{NI}{2r}$$





2- عدد اللفات :

$$B \, \alpha \, N$$

$$slope = \frac{B}{N} = \frac{\mu I}{2r}$$

3- شدة التيار :

$$B \, \alpha \, I$$

$$slope = \frac{B}{I} = \frac{\mu N}{2r}$$

4- نصف قطر الملف :

$$B \, \alpha \frac{1}{r}$$

$$slope = Br = \frac{\mu N I}{2}$$

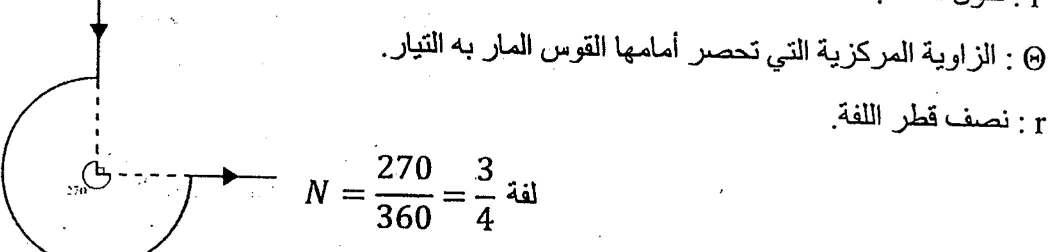
ملاحظة :

$$N = \frac{l}{2\pi r} = \frac{\theta}{360^o}$$

حيث l : طول السلك.

Θ : الزاوية المركزية التي تحصر أمامها القوس المار به التيار.

r : نصف قطر اللفة.



$$N = \frac{270}{360} = \frac{3}{4}$$ لفة

❖ مثال : إذا مر تيار كهربي شدته 0.1 A في ملف دائري قطره 12.56 cm وعدد لفاته 100 لفة ، احسب كثافة الفيض المغناطيسي عند مركز الملف. ($\mu = 4\pi \times 10^{-7}$ T.m/A)

الحل :

$$B = \frac{\mu NI}{2r} = \frac{4\pi \times 10^{-7} \times 100 \times 0.1}{2 \times \left(\frac{12.56}{2}\right) \times 10^{-2}} = 1 \times 10^{-4}\, T$$

❖ مثال : إذا مر تيار كهربي في سلك طوله 26.4 cm منحني على شكل قوس من دائرة نصف قطرها 5.6 cm فكانت كثافة الفيض المغناطيسي عند مركز هذه الدائرة 8.25×10^{-6} T احسب شدة التيار.

الحل :

$$N = \frac{l}{2\pi r} = \frac{26.4 \times 10^{-2}}{2\pi \times 5.6 \times 10^{-2}} = 0.75$$ لفة

$$B = \frac{\mu NI}{2r} \quad \rightarrow \quad 8.25 \times 10^{-6} = \frac{4\pi \times 10^{-7} \times 0.75 \times I}{2 \times 5.6 \times 10^{-2}}$$

$$\therefore I = 0.98\, A$$

We do not remember days, we remember moments

- **قاعدة البريمة اليُمنى لماكسويل :**

الاستخدام :	تستخدم في تحديد اتجاه المجال عند مركز ملف دائري يمر به تيار كهربي.
الطريقة :	نضع البريمة عند مركز الملف ونجعل اتجاه الدوران مع التيار فيكون اتجاه الاندفاع مع المجال.

قاعدة البريمة اليمنى

اتجاه حركة مسمار بريمة (أثناء الربط)

ملف دائري يمر به تيار في اتجاه حركة ربط البريمة

- **قاعدة عقارب الساعة :**

الاستخدام :	تحديد قطبية المجال.
الطريقة :	- الوجه الذي يبدو في اتجاه التيار (عند النظر إليه) في اتجاه حركة عقارب الساعة يكون قطبًا جنوبيًا S - الوجه الذي يبدو في اتجاه التيار (عند النظر إليه) في عكس اتجاه حركة عقارب الساعة يكون قطبًا شماليًا N مع ملاحظة أن خطوط الفيض المغناطيسي تخرج من القطب الشمالي وتدخل إلى القطب الجنوبي.

إتجاه المجال عند مركز الملف

تحديد قطبية المجال

يُحكى أن حُلمًا تحقق بالدعاء

- ملاحظات :

1- في حالة أكثر من ملف :

ملفان تيار اهما في نفس الاتجاه	ملفان تيار اهما في عكس الاتجاه	ملفان متعامدان على بعضهما
		B_2 B_t B_1
$B_t = B_1 + B_2$	$B_t = B_1 - B_2$ $B_1 > B_2$	$B_t = \sqrt{B_1^2 + B_2^2}$
بتطبيق قاعدة البريمة اليمنى لماكسويل نجد أن الملفين اتجاه مجال كل منهما للداخل أي أن مجال كل منهما في نفس الاتجاه.	بتطبيق قاعدة البريمة اليمنى لماكسويل نجد أن اتجاه مجال أحد الملفين للداخل واتجاه مجال الآخر للخارج أي أن مجال كل منهما في اتجاهين متضادين.	

2- في حالة ملف وسلك :

إذا كان اتجاه مجاليهما في نفس الاتجاه	إذا كان اتجاه مجاليهما في عكس الاتجاه	إذا كان مجالاهما متعامدين
$B_t = B_{سلك} + B_{ملف}$	$B_t = B_{كبير} - B_{صغير}$	$B_t = \sqrt{B_{سلك}^2 + B_{ملف}^2}$

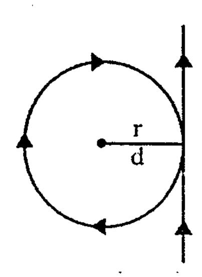
- في حالة ملف دائري يمس سلك مستقيم وعند مركز الملف تكون نقطة التعادل :

$r = d$

$B_{\text{ملف}} = B_{\text{سلك}}$

$\frac{\mu N I_{\text{ملف}}}{2r} = \frac{\mu I_{\text{سلك}}}{2\pi d} \quad (N = 1)$

$I_{\text{ملف}} = \frac{I_{\text{سلك}}}{2\pi}$



❖ مثال : ملفان دائريان في مستوى واحد يمر بهما نفس التيار ، نصف قطر الخارجي ضعف نصف قطر الداخلي وعندما أدير أحدهما بزاوية 180^o حول محور موازي لطوله نقصت كثافة الفيض عند مركز الملفين إلى نصف ما كانت عليه.

احسب النسبة بين عدد لفاتهما علمًا بأن $B_{\text{داخلي}} < B_{\text{خارجي}}$

الحل :

- ملفان دائريان في مستوى واحد أي أن مجال أحدهما منطبق على الآخر.
- عند إدارة أحدهما بزاوية 180^o أي انعكس مجاله بالنسبة للآخر.
- نقصت كثافة الفيض للنصف أي أنهم أولًا كانا في اتجاه واحد ثم أصبحا في عكس الاتجاه.

$B_{\text{داخلي}} + B_{\text{خارجي}} = 2(B_{\text{داخلي}} - B_{\text{خارجي}})$

$B_{\text{داخلي}} + B_{\text{خارجي}} = 2B_{\text{داخلي}} - 2B_{\text{خارجي}}$

$B_{\text{داخلي}} = 3B_{\text{خارجي}}$

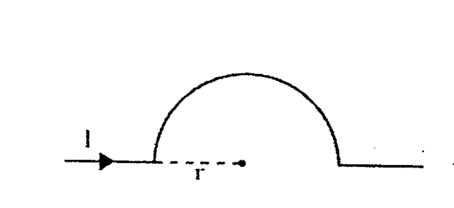
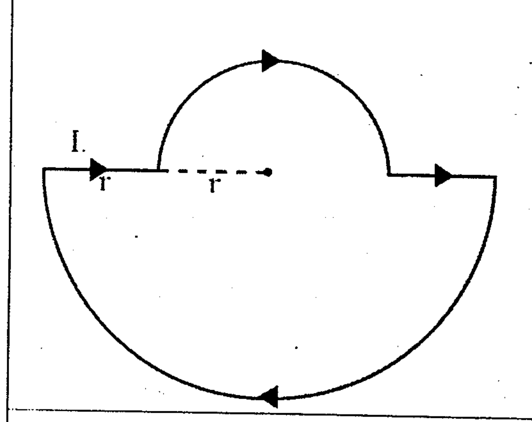
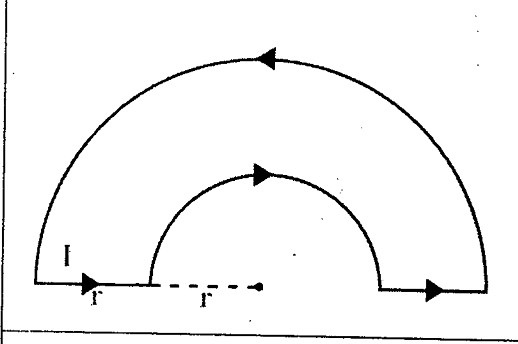
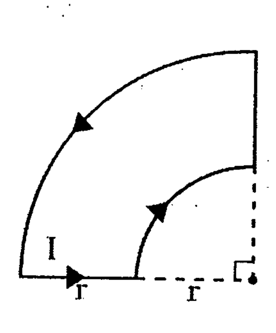
$\frac{\mu N_{\text{داخلي}} I}{2r} = 3\frac{\mu N_{\text{خارجي}} I}{2r}$

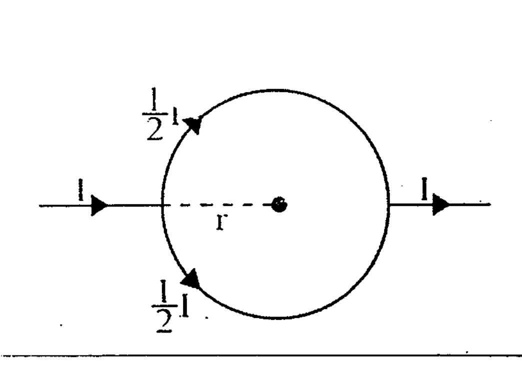
$N_{\text{داخلي}} = \frac{3}{2} N_{\text{خارجي}}$

$\frac{N_{\text{داخلي}}}{N_{\text{خارجي}}} = \frac{3}{2}$

اهدنا الصراط المستقيم

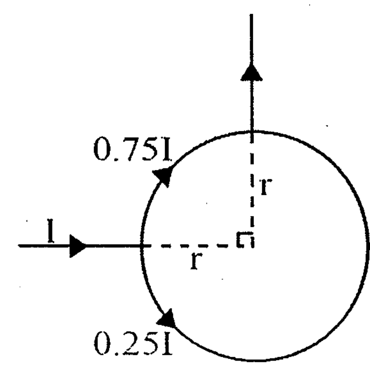
- بعض الأشكال الهامة وحساب كثافة الفيض عند نقطة :

	$B = \frac{\mu \frac{1}{2} I}{2r} = \frac{1}{4}\frac{\mu I}{r}$
	$B_t = B_{علوي} + B_{سفلي}$ $= \frac{\mu \frac{1}{2} I}{2r} + \frac{\mu \frac{1}{2} I}{4r} = \frac{3}{8}\mu\frac{I}{r}$
	$B_t = B_{داخلي} - B_{خارجي}$ $= \frac{\mu \frac{1}{2} I}{2r} - \frac{\mu \frac{1}{2} I}{4r} = \frac{1}{8}\frac{\mu I}{r}$
	$B_t = B_{داخلي} - B_{خارجي}$ $= \frac{\mu \frac{1}{4} I}{2r} - \frac{\mu \frac{1}{4} I}{4r} = \frac{1}{16}\mu\frac{I}{r}$

<table>
<tr>
<td>
</td>
<td>

$B_t = B_{\text{علوي}} - B_{\text{سفلي}}$

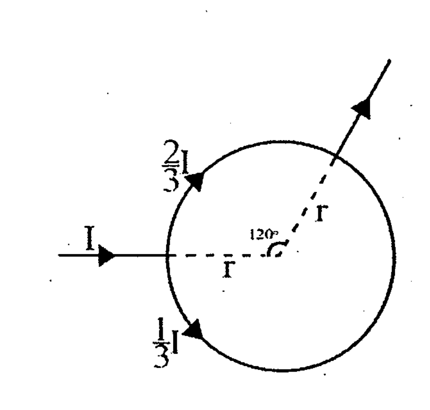
$= \dfrac{\mu \frac{1}{2}\frac{1}{2} I}{2r} - \dfrac{\mu \frac{1}{2}\frac{1}{2} I}{2r} = zero$

</td>
</tr>
<tr>
<td>
</td>
<td>

$B_t = B\left(\text{قوس صغير}\right) - B\left(\text{قوس كبير}\right)$

$= \dfrac{\mu \frac{1}{4}\frac{3}{4} I}{2r} - \dfrac{\mu \frac{3}{4}\frac{1}{4} I}{2r}$

$= zero$

</td>
</tr>
<tr>
<td>
</td>
<td>

$B_t = B\left(\text{قوس صغير}\right) - B\left(\text{قوس كبير}\right)$

$= \dfrac{\mu \frac{1}{3}\frac{2}{3} I}{2r} - \dfrac{\mu \frac{2}{3}\frac{1}{3} I}{2r}$

$= zero$

</td>
</tr>
</table>

ستمضي قريبًا بأمر القدر .. وتغدو رفاتًا ويبقى الأثر

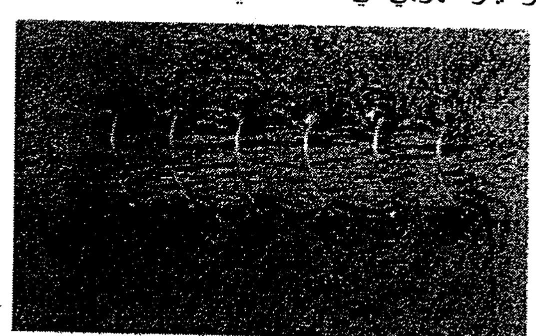
فلا تنتظر

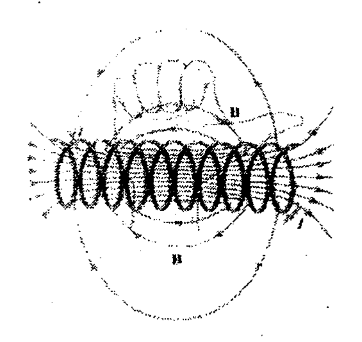
من الآن كن ما تريد لغد

ثالثًا : المجال المغناطيسي لتيار كهربي يمر في ملف لولبي :

- للتعرف على شكل خطوط الفيض :

- الخطوات :
بمرور تيار كهربي في ملف لولبي كما بالشكل.





- نلاحظ :

1- خطوط الفيض تمثل مسارات متصلة داخل وخارج الملف أي أن كل خط بمثابة مسار مغلق.
2- خطوط الفيض عند محور الملف متوازية وموازية لمحور الملف.
3- المجال المغناطيسي للملف الحلزوني يشبه إلى حد كبير المجال المغناطيسي لقضيب مغناطيسي.
4- المجال عند محور الملف منتظم.
5- وجه الملف الذي يمر به التيار مع عقارب الساعة يكون قطبًا جنوبيًا ، والوجه الذي يمر به التيار عكس عقارب الساعة يكون قطبًا شماليًا.

- لحساب كثافة الفيض المغناطيسي :

$$B = \frac{\mu N I}{l}$$

l : طول الملف.   N : عدد لفات الملف.

عن رَبِيعَة بْن كَعْبٍ الأَسْلَمِيّ رضي الله عنه قَالَ : " كُنْتُ أَبِيتُ مَعَ رَسُول الله صَلَّى اللهُ عَلَيه وَسَلَّم ، فَأَتَيْتُهُ بِوَضُوئه وَحَاجَته ، فَقَالَ لِي : سَلْ ، فَقُلْتُ : أَسْأَلُكَ مُرَافَقَتَكَ فِي الْجَنَّة ، قَالَ : أَوْ غَيْر ذَلِكَ ، قُلْتُ : هُوَ ذَاكَ ، قَالَ :

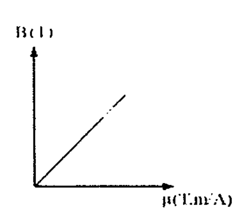
فَأَعِنِّي عَلَى نَفْسِكَ بِكَثْرَة السُّجُود

رواه مسلم

- العوامل التي يتوقف عليها :

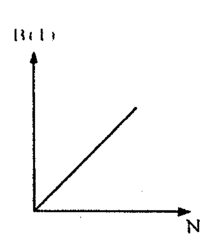
1- النفاذية المغناطيسية $B \; \alpha \; \mu$

$$slope = \frac{NI}{l}$$



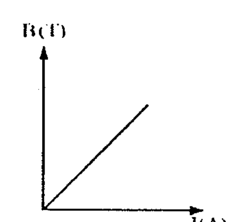
2- عدد لفات الملف $B \; \alpha \; N$

$$slope = \frac{\mu I}{N}$$



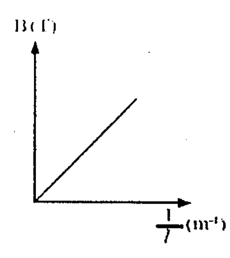
3- شدة التيار $B \; \alpha \; I$

$$slope = \frac{\mu N}{l}$$



4- طول الملف $B \; \alpha \frac{1}{l}$

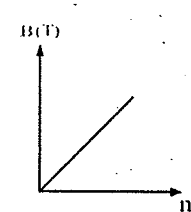
$$slope = \mu NI$$



$$\boldsymbol{B = \mu n I}$$

n : عدد اللفات في وحدة الأطوال.

$$slope = \mu I$$



❖ مثال : ملف دائري نصف قطره 30 cm أبعدت لفاته حتى قلت كثافة فيضه إلى النصف.
احسب طول محوره.

الحل :

$$\frac{B_{\text{دائري}}}{B_{\text{حلزوني}}} = \frac{\mu_1 N_1 I_1 l}{\mu_2 N_2 I_2 2r} = \frac{l}{2r} \quad \rightarrow \quad \frac{2}{1} = \frac{l}{60} \quad \rightarrow \quad l = 120 \; cm$$

❖ مثال : ملف حلزوني تم قص الـ $\frac{1}{5}$ من كل طرف ثم أعيد توصيله بنفس المصدر ، ما الذي يحدث لكثافة الفيض عند محوره ؟

الحل :

- يقل عدد اللفات إلى $\frac{3}{5}$ مما كان عليه.
- يقل طول المحور إلى $\frac{3}{5}$ مما كان عليه.
- يزداد التيار إلى $\frac{5}{3}$ مما كان عليه ، وذلك لأن المقاومة تقل إلى $\frac{3}{5}$ مما كانت عليه.

$$\therefore B = \frac{\mu NI}{l} = \frac{1 \times \frac{3}{5} \times \frac{5}{3}}{\frac{3}{5}} = \frac{5}{3}$$

إذن تزداد كثافة الفيض إلى $\frac{5}{3}$ مما كانت عليه.

- ملاحظات :

1) إذا كانت اللفات متماسة معًا على طول الساق يكون :

$$l = N \times 2r$$

حيث r نصف قطر سلك الملف.

2) في حالة ملفين لولبيين لهما محور مشترك ويحملان تيارين :

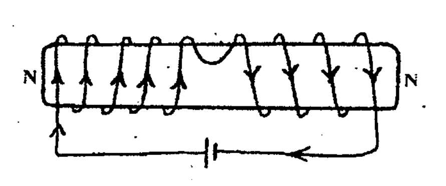
في نفس الاتجاه : $B_t = B_1 + B_2$

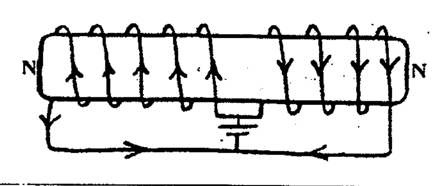
في عكس الاتجاه : $B_t = B_1 - B_2$

3) عند إبعاد لفات الملف الدائري عن بعضها يصبح ملفًا حلزونيًا :

$$\frac{B_{\text{دائري}}}{B_{\text{حلزوني}}} = \frac{\mu_{\text{دائري}} N_{\text{دائري}} I_{\text{دائري}} l_{\text{حلزوني}}}{\mu_{\text{حلزوني}} N_{\text{حلزوني}} I_{\text{حلزوني}} 2r_{\text{دائري}}} = \frac{l_{\text{حلزوني}}}{2r_{\text{دائري}}}$$

4) ملف حلزوني له قطبان متشابهان :





ونلاحظ أن القطب الجنوبي في المنتصف حيث لا توجد في الطبيعة أقطاب منفردة

5) متى يمر تيار في ملف حلزوني ولا تتولد كثافة فيض عند محوره ؟

← عندما تكون لفاته ملفوفة لفًا مزدوجًا ، حيث يكون مجال أحدهما مساويًا ومعاكسًا للآخر فتكون محصلة المجال صفر.

- **المغناطيس الكهربي :**

عبارة عن ملف دائري أو حلزوني ملفوف حول قلب من الحديد المطاوع الذي يتحول بدوره إلى مغناطيس عند مرور تيار كهربي في الملف ويفقد مغناطيسيته بمجرد انقطاع التيار الكهربي عن الملف ، ولزيادة قوة هذا المغناطيس تزداد عدد لفات الملف.

يستخدم في :

الأجراس الكهربية – الأوناش المستخدمة في رفع الكتل المعدنية – قاطعات التيار التي تتحكم في فتح أو غلق الدوائر الكهربية عند تيار محدد.

- قاعدة البريمة اليُمنى لماكسويل :

الاستخدام :	تحديد اتجاه الفيض المغناطيسي عند محور ملف حلزوني يمر به تيار كهربي.
الطريقة :	عند دوران بريمة في اليد اليمنى في اتجاه الربط بحيث يشير اتجاه دورانها لاتجاه التيار فإن اتجاه اندفاعها يشير لاتجاه الفيض المغناطيسي.

- وتستخدم أيضًا قاعدة عقارب الساعة في تحديد قطبية المجال لملف حلزوني.

❖ مثال : يتكون ملف لولبي من 800 لفة ويمر به تيار شدته 0.7 A ، احسب كثافة الفيض المغناطيسي عند نقطة بداخله وتقع على محوره ، علمًا بأن طوله 20 cm

الحل :

$$B = \frac{\mu NI}{l} = \frac{4 \times 22 \times 10^{-7} \times 800 \times 0.7}{7 \times 0.2} = 3.52 \times 10^{-3}\ T$$

❖ مثال : احسب شدة التيار الكهربي اللازم لجعل كثافة الفيض المغناطيسي في الملف السابق تساوي 0.815 T في حالة وجود قلب من الحديد بداخله ، علمًا بأن النفاذية المغناطيسية للحديد هي 1.63×10^{-2} Web/A.m

الحل :

$$B = \mu \frac{NI}{l} \rightarrow \quad 0.815 = \frac{1.63 \times 10^{-2} \times 800 \times I}{0.2}$$

$$I = \frac{0.815 \times 0.2}{1.63 \times 10^{-2} \times 800} = 0.0125\ A = 12.5\ mA$$

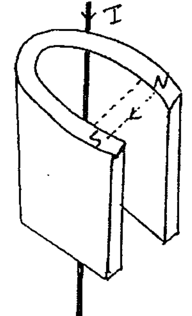
ما أجمل أن تحيا عُمراً غالٍ وثمين .. بعطائك تسمو أيامُك تزدان سنين

لا تسـلِ الأيام متى أبدأ بالتغيير .. الآن الآن فخير الوقت الآن يحيـن

بادر واستبق الخير ستسعد ذاك يقين

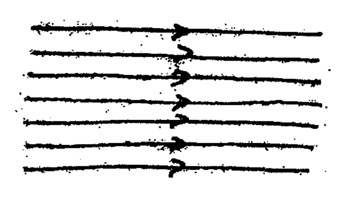
#أعمارنا_أعمالنا

القوة المغناطيسية التي يؤثر بها مجال مغناطيسي منتظم على سلك مستقيم يمر به تيار كهربي موضوع في هذا المجال :

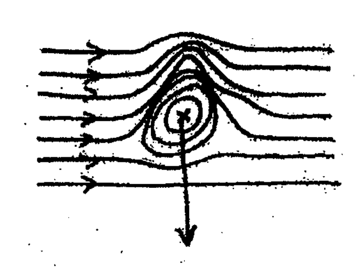


- عند وضع سلك مستقيم يمر به تيار كهربي عمودي على مجال مغناطيسي منتظم فإن السلك يتأثر بقوة مغناطيسية في اتجاه ما.

- التفسير :
يتراكب مجال السلك على المجال الخارجي للمغناطيسي.







اتجاه القوة للجنوب – اتجاه التيار عمودي داخل الصفحة – اتجاه المجال من الغرب للشرق

- تختلف كثافة الفيض من منطقة لأخرى حول السلك :
  - تتولد منطقتان يتعامد فيهما مجال السلك مع المجال الخارجي ويتساوى توزيع المجال فيهما على جانبي السلك فلا يؤثر على حركته.
  - منطقة تتزاحم فيها خطوط الفيض المغناطيسي.
  - منطقة تقل فيها محصلة كثافة الفيض المغناطيسي لتقابل السلك مع المجال الخارجي فيتأثر السلك بقوة تحركه من المنطقة ذات الكثافة الأكبر لخطوط الفيض إلى المنطقة ذات الكثافة الأقل لخطوط الفيض ويكون اتجاه هذه القوة متوقفًا على اتجاهي التيار والمجال.

- ملحوظة :
  - يمكن عكس اتجاه القوى وبالتالي اتجاه حركة السلك بإحدى الطرقتين :
    1- عكس اتجاه التيار الكهربي في السلك.
    2- عكس اتجاه المجال المغناطيسي المؤثر على السلك.

I was a foolish little child, Crazy things I used to do

And all the pain I put you through, Mama now I'm here for you

#Number_one_for_me

- **قاعدة اليد اليسرى لفلمنج :**

الاستخدام :	تستخدم في تحديد اتجاه القوة المغناطيسية المؤثرة على سلك مستقيم يمر به تيار كهربي وموضوع عموديًا على اتجاه مجال مغناطيسي.
الطريقة :	اجعل الإبهام والسبابة والوسطى في اليد اليسرى متعامدة ، فإذا كانت السبابة تشير لاتجاه الفيض والوسطى يشير لاتجاه التيار فإن الابهام يشير لاتجاه القوة المغناطيسية وبالتالي لاتجاه حركة السلك.

- **استنتاج القوة المغناطيسية المؤثرة على سلك مستقيم يمر به تيار كهربي وموضوع في مجال مغناطيسي :**

- تتوقف القوة المغناطيسية المؤثرة على سلك مستقيم يمر به تيار كهربي وموضوع في مجال مغناطيسي على عدة عوامل هي :

1- طول السلك l :

فالقوة تتناسب طرديًا مع طول السلك l أي أن $F \alpha l$

2- شدة التيار الكهربي I :

فالقوة F تتناسب طرديًا مع شدة التيار الكهربي المار في السلك أي أن $F \alpha I$

3- كثافة الفيض المغناطيسي B :

فالقوة F تتناسب طرديًا مع كثافة الفيض المغناطيسي B أي أن $F \alpha B$

- وبذلك يكون $F \, \alpha \, BIl$

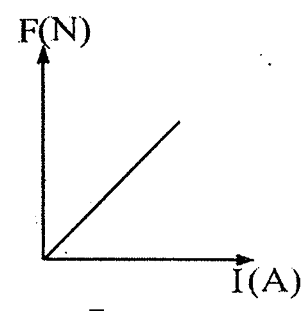
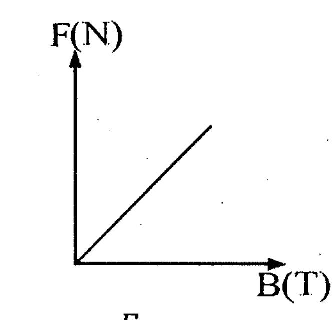
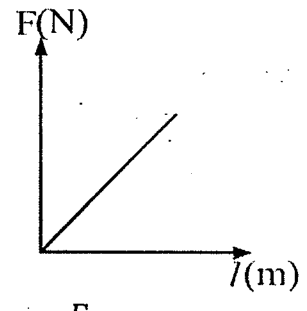
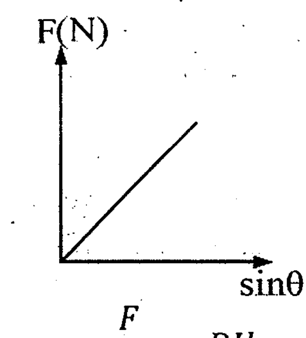
$$\therefore F = const. BIl$$

$$\therefore \boldsymbol{F = BIl}$$

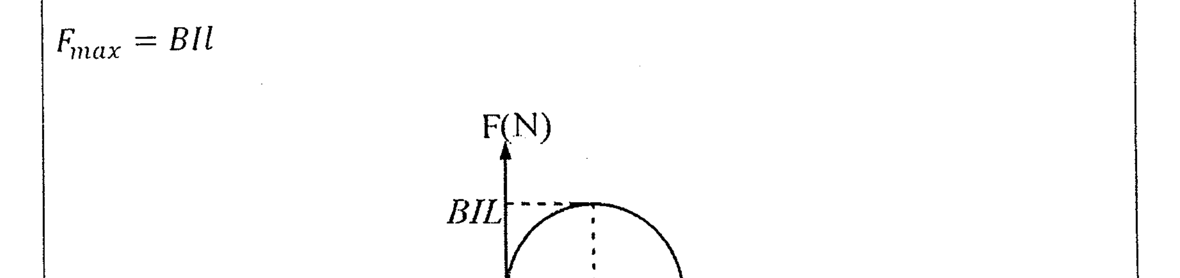
وإذا كان السلك يصنع زاوية θ مع الفيض يكون :

$$F = BIl \, sin\theta$$

حيث θ هي الزاوية المحصورة بين اتجاه المجال والتيار في السلك.

العوامل التي تتوقف عليها القوة المغناطيسية المؤثرة على سلك يمر به تيار كهربي وموضوع في مجال مغناطيسي	
1- شدة التيار $F \, \alpha \, I$  $slope = \frac{F}{I} = Bl \, sin\theta$	2- كثافة الفيض المغناطيسي $F \, \alpha \, B$  $slope = \frac{F}{B} = Il \, sin\theta$
 3- طول السلك $F \, \alpha \, l$  $slope = \frac{F}{l} = BI \, sin\theta$	4- جيب الزاوية المحصورة بين السلك والمجال sin θ  $slope = \frac{F}{sin\theta} = BIl$

$F_{max} = BIl$



$\theta = 90^o$	$\theta = \theta^o$	$\theta = zero\,, 180^o$
B	B θ	B I
$F = BIl \sin 90 = BIl = F_{max}$ تصبح القوة المؤثرة على السلك قيمة عظمى	$F = BIl \sin\theta$	$F = BIl \sin 0 = zero$ تنعدم القوة المؤثرة على السلك

علل :

- عند وضع سلك مستقيم داخل محور ملف حلزوني وإمرار تيار في كل منهما فإن السلك لا يتأثر بقوة مغناطيسية.
  ← لأن السلك عندئذ يكون موازيًا لخطوط المجال وبالتالي فإن $\theta = 0$ أو $\theta = 180^o$ لذلك تكون $F_B = BIl \sin\theta$ تساوي صفرًا.

$$B = \frac{F_B}{Il \sin\theta}$$

كثافة الفيض المغناطيسي عند نقطة :

هي مقدار القوة المغناطيسية المؤثرة عموديًا على سلك مستقيم يمر به تيار كهربي شدته 1A وطوله 1m وموضوع عموديًا عند تلك النقطة.

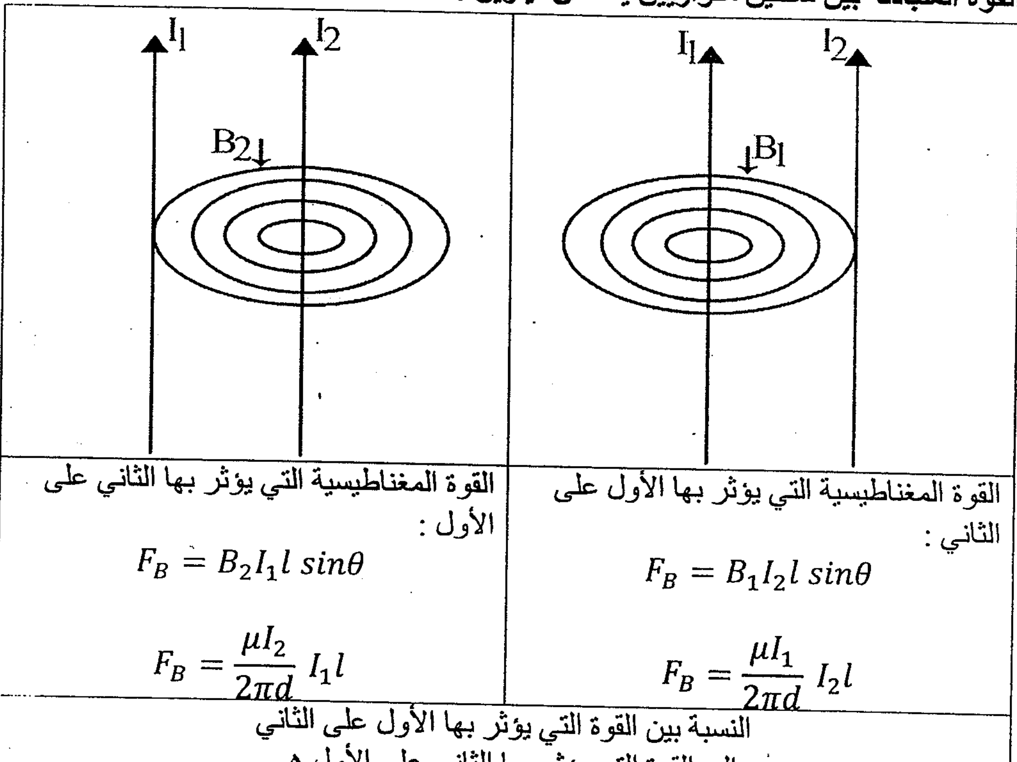
التسلا : T = N/A.m

هي كثافة الفيض المغناطيسي عند نقطة والتي إذا وُضع عموديًا عندها سلك مستقيم طوله 1m وتياره 1A لتأثر بقوة مغناطيسية عمودية مقدارها 1N

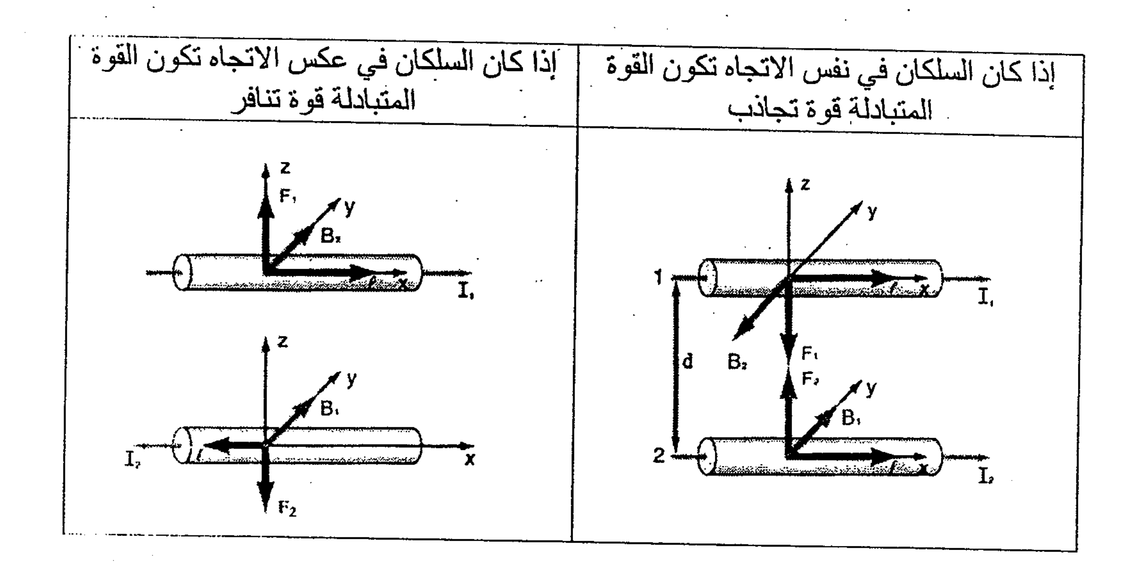
- ما معنى أن : كثافة الفيض المغناطيسي عند نقطة 0.4 N/A.m ؟

← معنى ذلك أنه عند وضع سلك مستقيم طوله 1m وتياره 1A عموديًا عند تلك النقطة لتأثر بقوة مغناطيسية عمودية قدرها 0.4N

- **القوة المتبادلة بين سلكين متوازيين يحملان تيارين :**

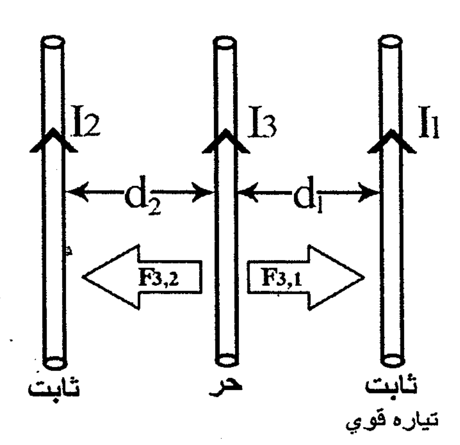


القوة المغناطيسية التي يؤثر بها الأول على الثاني :	القوة المغناطيسية التي يؤثر بها الثاني على الأول :
$F_B = B_1 I_2 l \sin\theta$ $F_B = \frac{\mu I_1}{2\pi d} I_2 l$	$F_B = B_2 I_1 l \sin\theta$ $F_B = \frac{\mu I_2}{2\pi d} I_1 l$
النسبة بين القوة التي يؤثر بها الأول على الثاني إلى القوة التي يؤثر بها الثاني على الأول هي 1 : 1	



إذا كان السلكان في نفس الاتجاه تكون القوة المتبادلة قوة تجاذب	إذا كان السلكان في عكس الاتجاه تكون القوة المتبادلة قوة تنافر

- في حالة ثلاثة أسلاك متوازية :

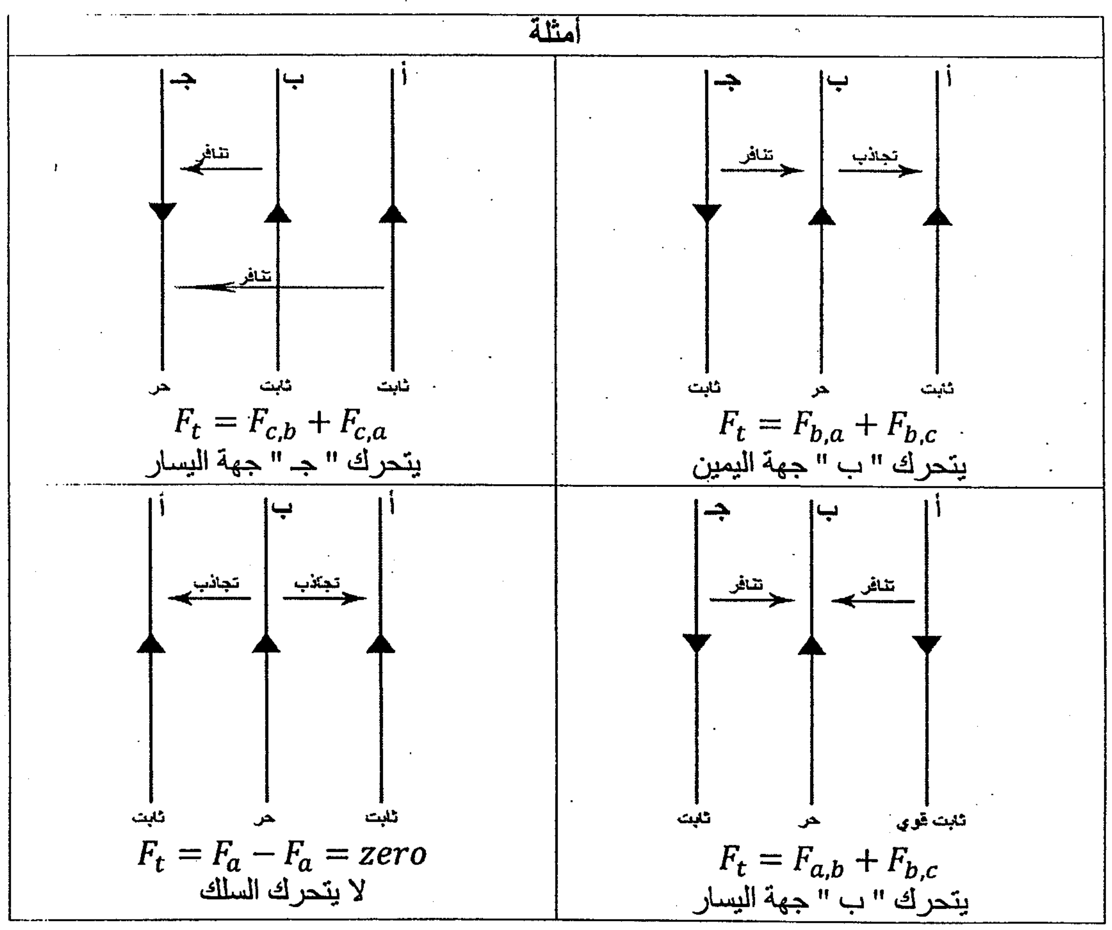


هناك طريقتان لإيجاد محصلة القوة المؤثرة على السلك I_3 :

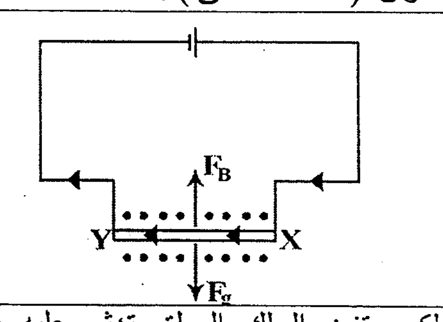
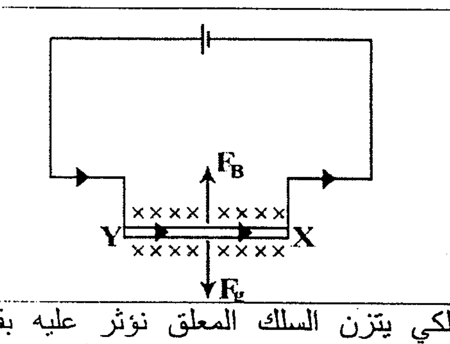
$$a)\ B_t = B_1 - B_2 = \frac{\mu}{2\pi}\left(\frac{I_1}{d_1} - \frac{I_2}{d_2}\right) \quad \rightarrow \quad \therefore F_t = B_t I_3 l$$

$$b)\ F_t = F_{3,1} - F_{3,2} = \frac{\mu I_1 I_3 l}{2\pi d_1} - \frac{\mu I_2 I_3 l}{2\pi d_2} \quad \rightarrow \quad \therefore F_t = \frac{\mu I_3 l}{2\pi}\left(\frac{I_1}{d_1} - \frac{I_2}{d_2}\right)$$

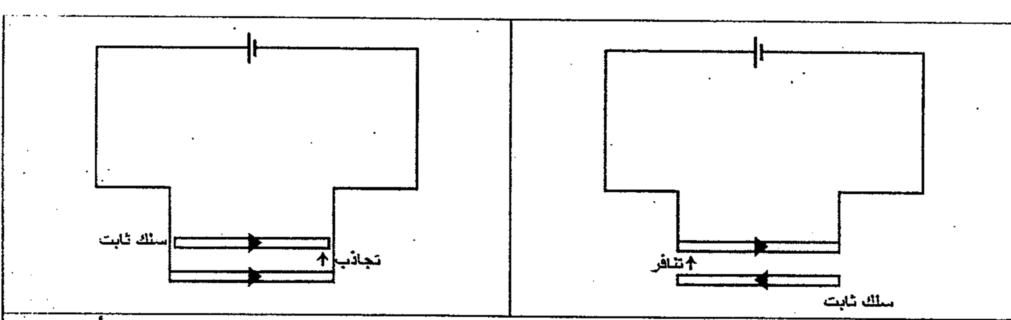
أمثلة



- الاتزان (السلك المعلق) :

	
لكي يتزن السلك المعلق تؤثر عليه بقوة مغناطيسية لأعلى عن طريق التأثير بمجال مغناطيسي خارج الصفحة.	لكي يتزن السلك المعلق نؤثر عليه بقوة مغناطيسية لأعلى عن طريق التأثير بمجال مغناطيسي داخل الصفحة.
$F_B = F_g$ $BIl = m_{سلك} g = \rho_{سلك} V_{ol_{سلك}} g = \rho A l g = \rho \pi r^2 l g$	

كن عونًا للناس دومًا ☺

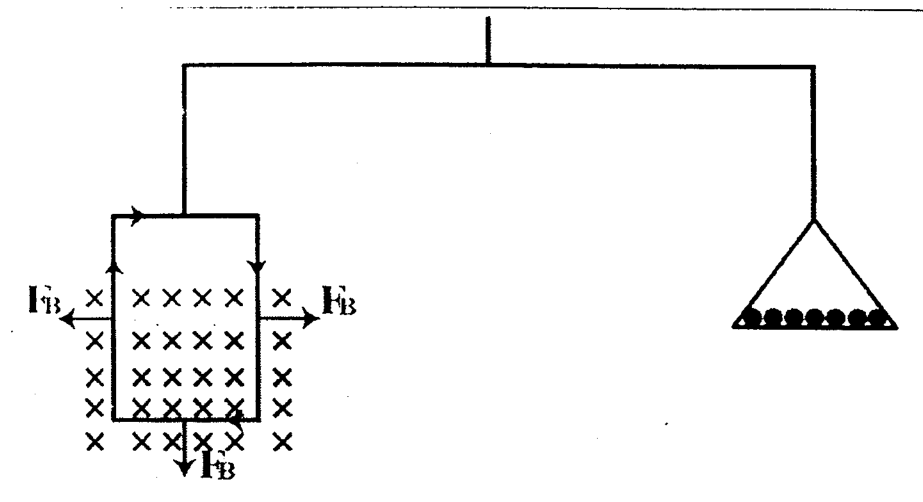


يمكن عمل اتزان بقوة تنافر أو تجاذب باستخدام سلك موازٍ للسلك الحر وفي مستوى رأسي واحد ويكون :

$$F_B = F_g$$

$$BIl = \mu \frac{I_1 I_2 l}{2\pi d} = mg = \rho V_{ol} g = \rho A l g = \rho \pi r^2 l g$$

- الميزان :



$$\Delta F = \Delta F$$
$$F_{B_2} - F_{B_1} = F_{g_2} - F_{g_1}$$

عند قطع التيار أو المجال :

$$0 - F_B = F_{g_2} - F_{g_1}$$
$$-BIl = -mg$$

الوزن المنقوص :

$$\Delta mg = -mg$$

عكس اتجاه التيار أو المجال :

$$-F_B - F_B = F_{g_2} - F_{g_1}$$
$$-2F_B = -mg$$
$$-2BIl = -mg$$

الوزن المنقوص :

$$\Delta mg = -mg$$

تضاعف التيار :

$$2F_B - F_B = F_{g_2} - F_{g_1}$$
$$BIl = mg$$

الوزن المضاف :

$$\Delta mg = mg$$

زيادة التيار إلى خمس أمثاله وانعكس :

$$-5F_B - F_B = F_{g_2} - F_{g_1}$$
$$-6BIl = -mg$$

الوزن المنقوص :

$$\Delta mg = -mg$$

❖ مثال : سلك طوله 30cm يمر به تيار شدته 4A وُضع عموديًا على اتجاه مجال مغناطيسي فتأثر بقوة مقدارها 6N احسب كثافة الفيض المغناطيسي.

الحل :

$$F = BIl$$
$$6 = B \times 4 \times 0.3$$
$$B = \frac{6}{4 \times 0.3} = \frac{6}{1.2} = 5\,T$$

❖ مثال : مستخدمًا بيانات المثال السابق احسب القوة التي يؤثر بها مجال مغناطيسي على نفس السلك عندما تكون الزاوية بينهما 30°

الحل :

$$F = BIl\,sin\theta = 5 \times 4 \times 0.3 \times \frac{1}{2} = 3\,N$$

❖ مثال : سلكان متوازيان A , B ، يمر بالسلك A تيار شدته 5A وبالسلك B تيار شدته 8A فإذا وُضعت إبرة مغناطيسية بين السلكين وعلى بعد 10cm من السلك A ولم تنحرف.
فهل التياران في اتجاه واحد أم في اتجاهين متضادين ؟ ولماذا ؟
ثم احسب :

- المسافة بين السلكين.
- القوة المؤثرة على سلك ثالث c طوله 2m ويمر به تيار شدته 2A موضوع مكان الإبرة إذا عُكس اتجاه التيار في أحد السلكين.

الحل :

السلكان في اتجاه واحد ، حتى يكون اتجاه الفيض الناشئ عن أحد السلكين مضاد لاتجاه الفيض الناشئ عن السلك الآخر حيث إن الإبرة موضوعة بين السلكين وليس خارجهما.

$$B_A = \frac{\mu I}{2\pi d} = \frac{4\pi \times 10^{-7} \times 5}{2\pi \times 0.1} = 10^{-5}\ T$$

$$B_B = \frac{4\pi \times 10^{-7} \times 8}{2\pi(x - 0.1)} = 10^{-5}\,T\ (\text{عكس اتجاه } A)$$

$\therefore x = 26\ cm$ حيث x هي المسافة بين السلكين

$$\therefore F = B_t I_c l_c = (2 \times 10^{-5}) \times 2 \times 2 = 8 \times 10^{-5}\ N$$

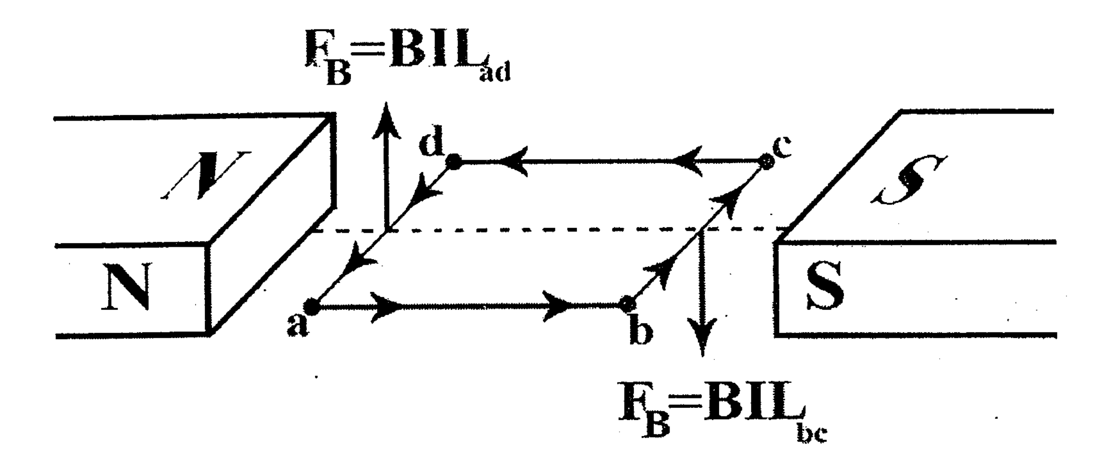
اكتب حاجة بتحبها

....

....

....

عزم الازدواج المؤثر على ملف مستطيل يمر به تيار كهربي وقابل للدوران حول محور موازي لطوله في مجال مغناطيسي منتظم :



- إذا وُضع ملف abcd يمر به تيار كهربي في مجال مغناطيسي منتظم بحيث يكون مستوى الملف موازيًا لخطوط الفيض فإن :
  - الضلع ab موازٍ للمجال $\theta = 0$ والضلع cd موازٍ للمجال $\theta = 180^o$
    إذن الضلعان cd , ab لا يتأثران بقوة مغناطيسية.
  - الضلع ad تياره عمودي خارج الصفحة فيتأثر بقوة مغناطيسية لأعلى.
    والضلع bc تياره عمودي داخل الصفحة فيتأثر بقوة مغناطيسية لأسفل.

إذن الملف يتعرض لقوتين متساويتين في المقدار ومتضادتين في الاتجاه لا تعملان على خط عمل واحد أي يتأثر الملف بازدواج يمكن حساب عزمه كما يلي :

عزم الازدواج (τ) = إحدى القوتين (F) x البعد العمودي بينهما (d)

$$\tau = F.d \quad (N.m)$$

$$\tau = BI\, l_{ad}.l_{ab}$$

$$\tau = BIA$$

ولعدد N من اللفات :

$$\tau = BIAN$$

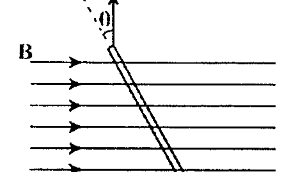
(عندما يكون مستوى الملف موازيًا للمجال)

وإذا كان مستوى الملف يصنع زاوية θ مع العمودي على المجال فإن :

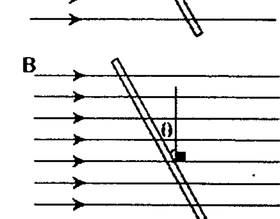
$$\tau = BIAN\ sin\theta$$

حيث θ :

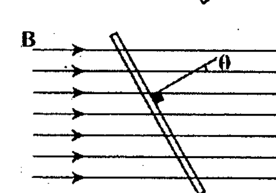
- الزاوية المحصورة بين مستوى الملف وخط عمل القوة.



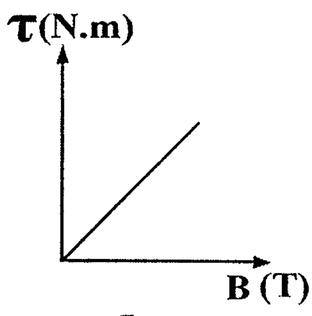
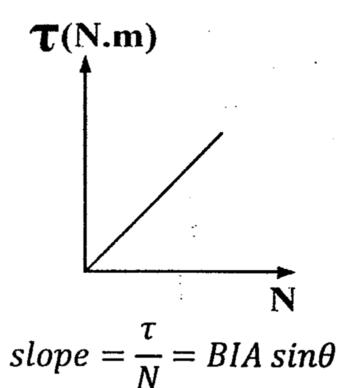
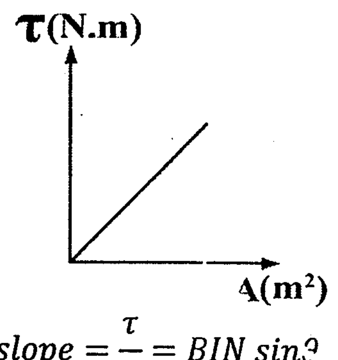
- الزاوية المحصورة بين مستوى الملف والعمودي على المجال.

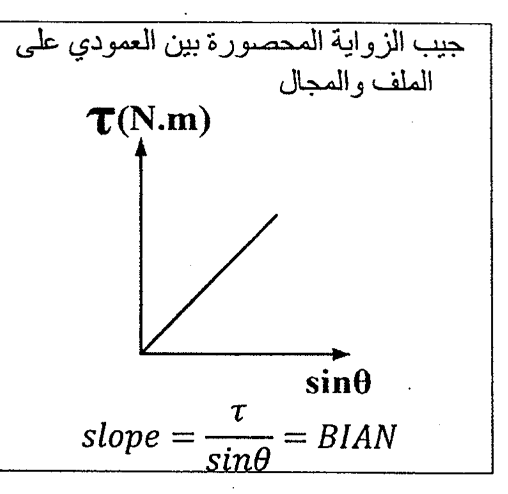
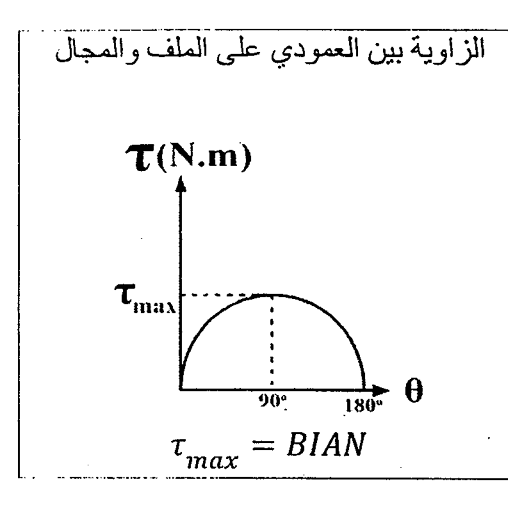


- الزاوية المحصورة بين العمودي على الملف والمجال.

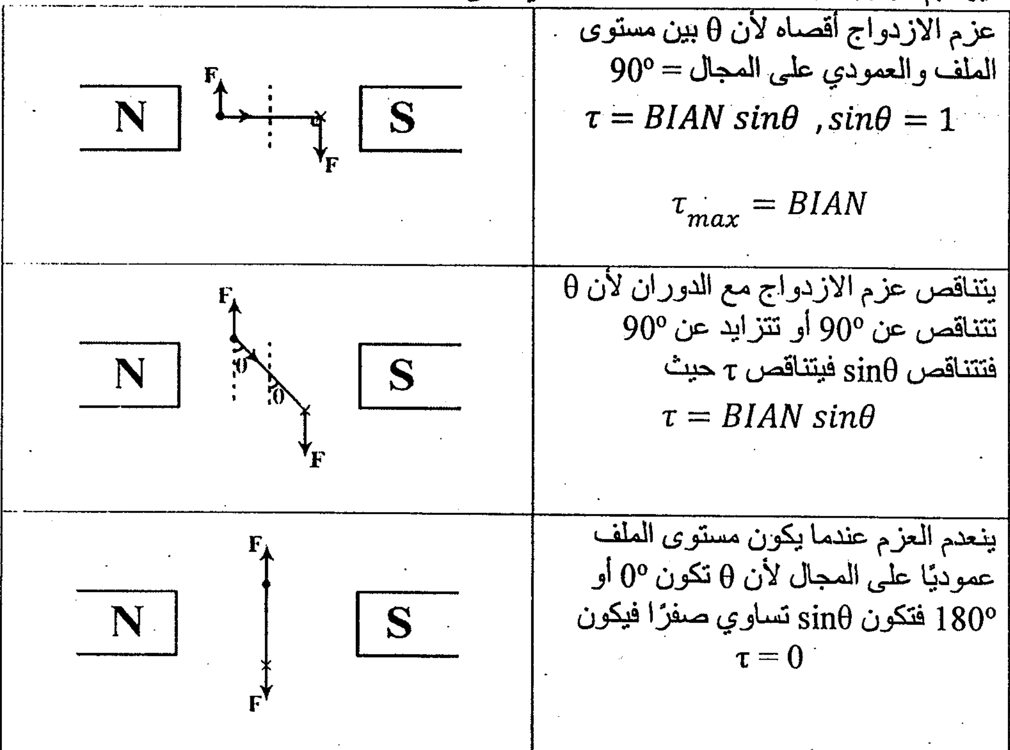


- **العوامل التي يتوقف عليها عزم الازدواج المغناطيسي :**

شدة التيار I	كثافة الفيض المغناطيسي B
τ(N.m) I (A) $slope = \frac{\tau}{I} = BAN \sin\theta$	 $slope = \frac{\tau}{B} = IAN \sin\theta$
عدد لفات الملف N	مساحة وجه الملف A
 $slope = \frac{\tau}{N} = BIA \sin\theta$	 $slope = \frac{\tau}{A} = BIN \sin\theta$

جيب الزاوية المحصورة بين العمودي على الملف والمجال	الزاوية بين العمودي على الملف والمجال
	
$slope = \frac{\tau}{sin\theta} = BIAN$	$\tau_{max} = BIAN$

- **تغير قيم الزاوية بين مستوى الملف والعمودي على المجال أثناء دوران الملف :**



عزم الازدواج أقصاه لأن θ بين مستوى الملف والعمودي على المجال = 90° $\tau = BIAN\ sin\theta \quad , sin\theta = 1$ $\tau_{max} = BIAN$	
يتناقص عزم الازدواج مع الدوران لأن θ تتناقص عن 90° أو تتزايد عن 90° فتتناقص sinθ فيتناقص τ حيث $\tau = BIAN\ sin\theta$	
ينعدم العزم عندما يكون مستوى الملف عموديًا على المجال لأن θ تكون 0° أو 180° فتكون sinθ تساوي صفرًا فيكون $\tau = 0$	

- علل : يستمر الملف في الدوران حتى مع انعدام العزم.

← بسبب القصور الذاتي.

If you can dream it, you can do it

- عزم ثنائي القطب المغناطيسي $\overrightarrow{|m_d|}$:

$$|m_d| = \frac{\tau}{B} = IAN$$

- هو عزم الازدواج المؤثر على ملف يمر به تيار كهربي ومستواه موازٍ لمجال مغناطيسي منتظم كثافة فيضه 1 T

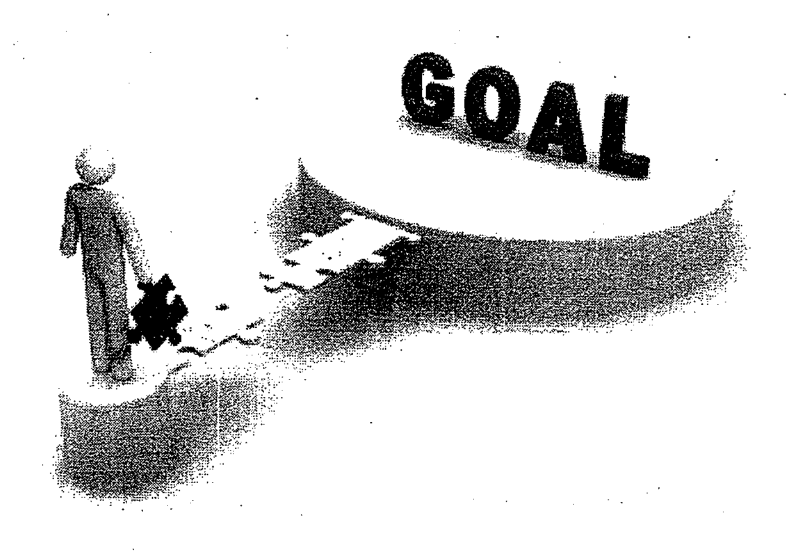
وهو كمية متجهة واتجاهها عمودي على المساحة في اتجاه تقدم بريمة اليد اليمنى في اتجاه الربط وهو اتجاه التيار.

- وحدة قياسه : $N.m.T^{-1} = A.m^2$
- ما معنى أن : عزم ثنائي القطب $0.7\ N.m.T^{-1}$ ؟

معنى ذلك أن عزم الازدواج المؤثر على ملف يمر به تيار كهربي ومستواه موازٍ لمجال مغناطيسي منتظم كثافة فيضه $1T = 0.7\ N.m$

بعض الكميات الفيزيائية والوحدات المكافئة

$\emptyset_m$	$Weber = Tesla.m^2 = \frac{N.m}{A} = \frac{J}{A} = \frac{V.A.s}{A} = V.s = \Omega.A.s = \Omega.C$
B	$Tesla = \frac{Weber}{m^2} = \frac{N.m}{A.m^2} = \frac{J}{A.m^2} = \frac{V.s}{m^2} = \frac{\Omega.C}{m^2}$
μ	$\frac{Weber}{A.m} = \frac{V.s}{A.m} = \frac{\Omega.s}{m} = \frac{Tesla.m}{A}$



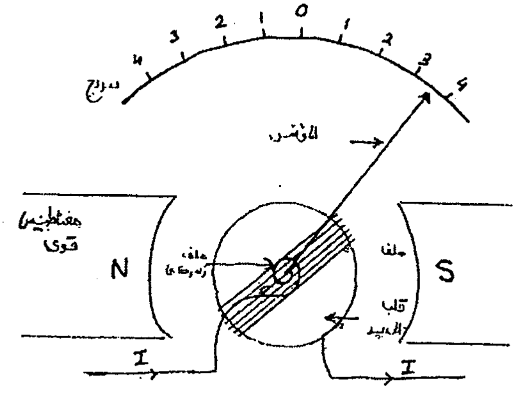
أجهزة القياس الكهربي

مباشرة		غير مباشرة
رقمية	تناظرية	
تعتمد فكرة عملها على الإلكترونيات الرقمية حيث تظهر أرقام على شاشة فتحدد القيمة المطلوبة.	تعتمد على وجود مؤشر يقف عند قراءة معينة فيعطي القيمة المطلوبة. تعتمد فكرة عملها على التأثير المغناطيسي للتيار الكهربي ومن أمثلتها الأميتر والفولتميتر والأوميتر وأبسطها الجلفانومتر ذو الملف المتحرك وهي أجهزة سريعة سهلة الاستخدام وبها نسبة خطأ.	مثل قنطرة هويستون والقنطرة المترية ومقياس الجهد. تعتمد على الاتزان الكهربي. بطيئة ، صعبة الاستخدام. دقيقة جدًا.

- **أجهزة القياس الكهربي المباشرة التناظرية :**

الجلفانومتر ذو الملف المتحرك (الجلفانومتر الحساس) :

هو جهاز من أجهزة القياس الكهربي المباشرة التناظرية يستخدم للاستدلال على وجود تيارات كهربية ضعيفة جدًا في دائرة ما وقياس شدتها وتحديد اتجاهها وقياس فروق الجهد الضعيفة.



الاستخدام :	الاستدلال على وجود تيارات كهربية ضعيفة جدًا في دائرة ما وقياس شدتها وتحديد اتجاهها.
فكرة العمل :	عزم الازدواج المؤثر على ملف قابل للدوران بين قطبي المغناطيس ويمر به تيار كهربي ويدور بزاوية θ تتناسب طرديًا مع شدة التيار المار I
التكريب :	1- ملف من سلك رفيع من النحاس معزول وملفوف حول إطار مستطيل خفيف من الألومنيوم قابل للدوران حول محوره. 2- قلب من الحديد المطاوع على هيئة أسطوانة ثابتة يوضع داخل الإطار المستطيل لتركيز خطوط الفيض المغناطيسي داخل الملف دون أن تلامس الإطار (أي لا تدور معه) كي لا تسبب عبئًا على حركة الملف بسبب وزنها فلا تقل الحساسية. 3- حوامل من العقيق يرتكز عليها الملف لتسهيل حركته وتقليل قوى الاحتكاك لأكبر درجة ممكنة بين محوري الملف والحجر الذي يرتكزان عليه فلا تؤثر قوى الاحتكاك على حساسية الملف. 4- مغناطيس قوي على شكل حذاء فرس توضع الأسطوانة والقلب الحديد بين قطبيه المقعرين لجعل كثافة الفيض في الحيز الذي يتحرك فيه الملف ثابتة حتى تكون خطوط الفيض بين قطبيه على هيئة أنصاف أقطار وبالتالي يصبح مستوى الملف في أي وضع أثناء دورانه موازيًا لخطوط الفيض فتصبح $\sin \theta$ ثابتة لحركة الملف بدورانه حول محوره وتكون زاوية انحراف المؤشر تتناسب فقط مع شدة التيار. تصبح خطوط الفيض في أي وضع للملف موازية لمستوى الملف وعمودية على الضلعين الطوليين له. 5- زوج من الملفات الزنبركية أحدهما علوي والآخر سفلي وتعمل هذه الملفات على : أ) التحرك مع حركة الملف إذ ينشأ عزم ازدواج في الملفين عندما يدور كل منهما بسبب ليّهما في عكس اتجاه عزم الازدواج الناشئ عن مرور التيار في الملف وعندما يتساوى العزمان تتوقف حركة كل من الملف والملفات الزنبركية ويتوقف تبعًا لذلك المؤشر عند قراءة معينة تدل على شدة التيار في تلك اللحظة. ب) يعملان كوصلات لخروج ودخول التيار من وإلى الملف. ج) يعملان على عودة المؤشر والملف إلى وضعهما الأصلي بعد انقطاع التيار عن الملف. 6- مؤشر طويل خفيف من الألومنيوم يتحرك على تدريج صفره في المنتصف.

• ملاحظات :

1- تجميع وتركيز خطوط الفيض داخل الملف يكون بواسطة وضع قلب من الحديد داخله وكذلك تثبيت الزاوية التي يتحرك بها الملف والتي يصنعها مع خطوط الفيض وتقليل قوى الاحتكاك وتسهيل حركة الملف.
كل ذلك لكي تزداد حساسية الجلفانومتر بمعنى أن أقل تيار في الملف يولد عنده أكبر عزم ازدواج أي ينحرف مؤشر الجلفانومتر بمرور أقل تيار ويكون الانحراف ملحوظًا.

2- تكون أقسام التدريج في الجلفانومتر ذي الملف المتحرك متساوية لأن زاوية انحراف مؤشر الجلفانومتر تتناسب طرديًا مع عزم الازدواج الذي يتناسب طرديًا مع شدة التيار في الملف.

3- B ثابتة حيث شدة الفيض المغناطيسي للمغناطيس ثابتة.
A ثابتة – مساحة الملف ثابتة حيث يلف على إطار خفيف من الألومنيوم على شكل مستطيل.
N عدد لفات الملف ثابتة.
Sin θ ثابتة لجعل خطوط الفيض على شكل أنصاف أقطار في الحيز الذي يدور فيه الملف بواسطة مغناطيس قطباه مقعران وبذلك يتناسب عزم الازدواج فقط مع شدة التيار المار.

$$\tau = BIAN\ sin\theta$$

4- شدة التيار المار في ملف الجلفانومتر =
عدد الأقسام التي تحركها المؤشر x حساسية كل قسم.

فكرة عمل الجلفانومتر :	عزم الازدواج المؤثر على ملف يمر به تيار كهربي قابل للحركة في مجال مغناطيسي أي أنه عند مرور تيار كهربي في الملف تتولد قوتان متوازيتان ومتساويتان في المقدار ومتضادتان في الاتجاه على الضلعين الطوليين للملف ينشأ عنهما ازدواج فيدور الملف حول محوره.
شرح فكرة العمل :	1- عند مرور التيار الكهربي في الملف من طرفه الأيمن في اتجاه إلى داخل الورقة ليخرج من طرفه الأيسر في اتجاه خارج الورقة فإن القوى المغناطيسية تولد عزمًا يعمل على دوران الملف في اتجاه حركة عقارب الساعة. 2- يتحرك المؤشر مع الملف في اتجاه حركة عقارب الساعة. 3- يتولد في الملفين الزنبركيين عند دورانهما مع الملف عزم الازدواج ناشئ عن ليّهما ويعمل في عكس اتجاه عزم الازدواج الناشئ عن مرور تيار في الملف أي في عكس اتجاه عقارب الساعة. 4- يستقر الملف ويستقر المؤشر أمام قراءة معينة عندما يتزن عزم الازدواج الناشئ عن القوى المغناطيسية مع عزم الازدواج عن ليّ الملفات الزنبركية ، وتدل قراءة المؤشر على التدريج على قيمة شدة التيار. 5- عندنا يُعكس اتجاه التيار في الملف فإن الملف والمؤشر يدوران في عكس اتجاه دوران عقارب الساعة.

- علل : لا يصلح الجلفانومتر ذو الملف المتحرك لقياس شدة التيار المتردد.
← لأن الفيض الناتج عن التيار المتردد يكون مترددًا فيتغير اتجاه عزم الازدواج كل نصف دورة ، ويمنع القصور الذاتي للملف الاستجابة لهذا التغير.

- **حساسية الجلفانومتر :**

$$\frac{\theta}{I} = \qquad \left(\frac{deg}{\mu A}\right)$$

- هي مقدار زاوية انحراف مؤشر الجلفانومتر عن وضع الصفر عند مرور تيار كهربي في ملفه شدته الوحدة.
- عندما تقل حساسية الجلفانومتر إلى العُشر مثلا فمعنى ذلك أن الجهاز أصبح قادرًا على قياس تيارات أشد عشر مرات أي أن $I = 10I_g$
- علل : يجب معايرة الجلفانومتر بعد فترات مختلفة من الاستعمال.
← ذلك لأن قوة اللي في الزنبركين تنقص بكثرة الاستعمال.

- **تطبيقات على الجلفانومتر :**

يمكن تحويل الجلفانومتر إلى :
1- أميتر التيار المستمر.
2- فولتميتر لقياس فرق الجهد.
3- أوميتر لقياس المقاومة الكهربية.

أميتر التيار المستمر :

هو جهاز يستخدم لقياس شدة التيار وهو عبارة عن جلفانومتر حساس وُصل مع ملفه على التوازي مقاومة صغيرة جدًا تُسمى مجزئ التيار R_s

- الوظيفة : قياس شدة التيارات الكهربية العالية المستمرة موحدة الاتجاه.
- طريقة التوصيل : يُوصل في الدائرة على التوالي حتى يمر به كل تيار الدائرة وبالتالي تضاف مقاومته لمقاومة الدائرة.
- المقاومة : صغيرة جدًا. علل
  - لأنها محصلة مقاومتين على التوازي إحداهما صغيرة جدًا.
  - وهذا حتى لا يؤثر على تيار الدائرة المراد قياسه.
- الأميتر المثالي مقاومته مهملة.
- الأميتر جهاز غير دقيق لقياس شدة التيار. علل
← لأن له مقاومة تضاف لمقاومة الدائرة حيث أنه يُوصل على التوالي وبالتالي يقيس تيارًا أقل من التيار الأصلي.

- **التركيب :**

جلفانومتر يوصل به مقاومة صغيرة جدًا على التوازي مع ملفه يمر بها معظم التيار " تسمى مجزئ التيار R_s "

- **مجزئ التيار R_s :**

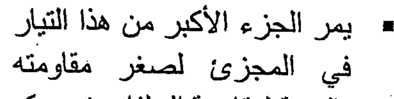
هو مقاومة صغيرة جدًا توصل مع ملف الجلفانومتر على التوازي لتحويله إلى أميتر وتعمل على:

1- حماية ملف الجلفانومتر من الاحتراق فلا يمر فيه إلا تيار ضئيل يتحمله.

2- زيادة مدى الجهاز حيث تمكّنه من قياس تيارات أكبر.

3- تقليل مقاومة الجهاز حتى لا يؤثر على تيار الدائرة المراد قياسه.

- **استنتاج قانون مجزئ التيار R_s :**



1- نرمز لمقاومة الجلفانومتر R_g ومقاومة مجزئ التيار R_s

2- التيار الكلي المراد قياسه I ينقسم إلى جزئين :

- يمر الجزء الأكبر من هذا التيار في المجزئ لصغر مقاومته بالنسبة لمقاومة الجلفانومتر ويكون I_s .
- يمر الجزء الأصغر من التيار الكلي في ملف الجلفانومتر وشدته I_g فلا يتعرض الملف للتلف.

وعندئذ يكون :

$$I = I_g + I_s \quad \rightarrow \quad I_s = I - I_g$$

3- الملف والمجزئ عبارة عن مقاومتين R_s , R_g متصلتان على التوازي فيكون فرق الجهد بين طرفيها واحد.

$$V_g = V_s$$

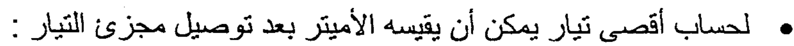
$$I_g R_g = I_s R_s$$

$$I_g R_g = (I - I_g) R_s$$

$$\therefore \boldsymbol{R_s = \frac{I_g R_g}{I - I_g}}$$

شكوت إلى وكيع سوء حفظي .. فأرشدني إلى ترك المعاصي

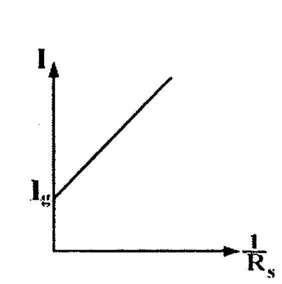
وأخبرني بــأن العلم نــور .. ونـور الله لا يُهــدى لعــاصي



- لحساب أقصى تيار يمكن أن يقيسه الأميتر بعد توصيل مجزئ التيار :

$$I_{max} = I_g + \frac{I_g R_g}{R_s}$$

$$slope = \frac{\Delta I}{\Delta\left(\frac{1}{R_s}\right)} = I_g R_g$$



- **حساسية الأميتر :**
  - عند توصيل مجزئ التيار يتمكن الجهاز من قياس تيارات أشد وبالتالي تقل الحساسية حيث إن حساسية الجهاز $\frac{\theta}{I}$
  - ويحدث هذا حتى لو كانت مقاومة المجزئ أكبر من مقاومة الجلفانومتر.
  - وإذا تسبب وجود مجزئ التيار في أن يقيس الجهاز تيارًا 5 أمثال ما كان يقيسه مثلًا فإنه يُقال أن الحساسية قد قلت إلى الخمس.

حساسية الأميتر :
هي النسبة بين أقصى تيار يقيسه الجلفانومتر إلى أقصى تيار يقيسه بعد تحويله لأميتر.

- **استنتاج العلاقة بين حساسية الأميتر وحساسية الجلفانومتر:**

$$\frac{\text{حساسية الأميتر}}{\text{حساسية الجلفانومتر}} = \frac{\theta I_g}{I_A \theta} = \frac{I_g}{I_A} = \frac{V_g R_A}{R_g V_A} = \frac{R_A}{R_g} = \frac{R_g R_s}{(R_g + R_s)R_g} = \frac{R_s}{R_g + R_s}$$

$$\frac{\text{حساسية الأميتر}}{\text{حساسية الجلفانومتر}} = \frac{I_g}{I} = \frac{R_s}{R_g + R_s}$$

- **اشرح كيف يمكنك تحويل الجلفانومتر إلى أميتر.**
  1- نقوم بتوصيل مقاومة صغيرة جدًا معه على التوازي (R_s)
  2- نقوم بإعادة معايرة التدريج.

❖ مثال : جلفانومتر مقاومة ملفه 2Ω يتطلب انحرافه إلى نهاية تدريجه مرور تيار شدته 5mA ، ما هي مقاومة مجزئ التيار الذي يجب استخدامه لتحويل الجلفانومتر إلى أميتر النهاية العظمى لتدريجه 10A ؟

الحل :

$$R_s = \frac{I_g R_g}{I - I_g} = \frac{0.005 \times 2}{10 - 0.005} = \frac{0.01}{9.995} = 0.001\,\Omega$$

فولتميتر التيار المستمر D.C.V :

هو جهاز يستخدم لقياس فرق الجهد بين أي نقطتين في دائرة كهربية أو القوة الدافعة الكهربية لعمود أو بطارية ، وهو عبارة عن جلفانومتر حساس وُصل مع ملفه على التوالي مقاومة كبيرة جدًا تُسمى مضاعف الجهد R_m

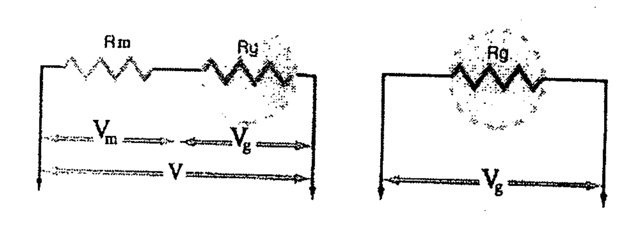
- الوظيفة :
  قياس فروق الجهد المستمرة القوية.
  قياس القوة الدافعة الكهربية للبطارية.
- طريقة التوصيل : يُوصل في الدائرة على التوازي. علل
  ← حتى يكون فرق جهده مساويًا لفرق الجهد المراد قياسه.
- المقاومة : كبيرة جدًا. علل
  ← لأنها محصلة مقاومتين على التوالي إحداهما كبيرة جدًا ،
  وحتى لا يسحب الجهاز إلا جزءًا ضئيلًا من تيار الدائرة فلا يؤثر كثيرًا على فرق الجهد المراد قياسه.

- ملحوظة : الفولتميتر المثالي مقاومته كبيرة جدًا.

- الفولتميتر جهاز غير دقيق لقياس فرق الجهد. علل
  ← لأنه يسحب جزءًا من تيار الدائرة فيمر تيار أقل من الأصلي في المقاومة المراد قياس فرق الجهد بين طرفيها وبالتالي يقيس فرق جهد أقل من الحقيقي.

- **مضاعف الجهد R_m :**
  مقاومة كبيرة جدًا توصل مع ملف الجلفانومتر على التوالي لتحويله إلى فولتميتر وتقوم بـ :
  أ) حماية ملف الجلفانومتر فلا يمر فيه إلا تيار ضئيل يتحمله.
  ب) زيادة مدى الجهاز حيث تمكنه من قياس فروق جهد أكبر.
  ج) تكبير مقاومة الجهاز فلا يسحب إلا جزء ضئيل من تيار الدائرة فلا يؤثر كثيرًا على فرق الجهد المراد قياسه.

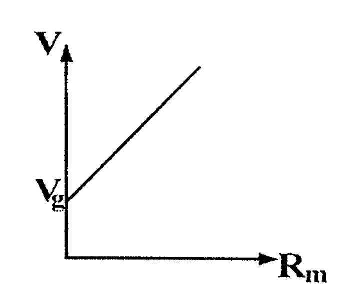
- **استنتاج قانون مضاعف الجهد :**



$$V_m + V_g = V$$
$$V_m = V - V_g$$
$$I_g R_m = V - I_g R_g$$
$$R_m = \frac{V - I_g R_g}{I_g}$$

لحساب أقصى فرق جهد يمكن أن يقيسه الفولتميتر :
من العلاقة :

$$V_{max} = V_g + V_m = I_g(R_g + R_m)$$
$$= V_g + I_g R_m$$
$$slope = \frac{\Delta V}{\Delta R_m} = I_g$$



- **حساسية الفولتميتر :**
  - عند توصيل مضاعف الجهد يتمكن الجهاز من قياس جهود أكبر وبالتالي تقل الحساسية حيث إن الحساسية للجهاز $\frac{\theta}{V}$
  - ويحدث هذا حتى لو كانت مقاومة مضاعف الجهد أقل من مقاومة الجلفانومتر.
  - وإذا تسبب وجود مضاعف الجهد في أن يقيس الجهاز جهدًا 5 أمثال ما كان يقيسه مثلا فإنه يُقال أن الحساسية قد قلت إلى الخمس.

حساسية الفولتميتر :
هي النسبة بين أقصى فرق جهد يقيسه الجلفانومتر إلى أقصى فرق جهد يقيسه بعد تحويله لفولتميتر.

- **استنتاج العلاقة بين حساسية الفولتميتر وحساسية الجلفانومتر :**

$$\frac{\text{حساسية الفولتميتر}}{\text{حساسية الجلفانومتر}} = \frac{\theta V_g}{V\theta} = \frac{V_g}{V} = \frac{I_g R_g}{I_g(R_g + R_m)} = \frac{R_g}{R_g + R_m}$$

$$\frac{\text{حساسية الفولتميتر}}{\text{حساسية الجلفانومتر}} = \frac{V_g}{V} = \frac{R_g}{R_g + R_m}$$

- **اشرح كيف يمكنك تحويل الجلفانومتر إلى فولتميتر.**

نقوم بتوصيل مقاومة كبيرة جدًا مع ملفه على التوالي ثم نقوم بإعادة معايرة التدريج.

❖ مثال : جلفانومتر مقاومة ملفه 0.1Ω أو يبلغ أقصى انحراف له عندما يمر به تيار شدته 1mA احسب المقاومة المضاعفة للجهد اللازمة لتحويله إلى فولتميتر يصلح لقياس فرق جهد نهايته العظمى 50V

الحل :

$$V_g = I_g R_g = 0.001 \times 0.1 = 1 \times 10^{-4}\ V$$
$$R_m = \frac{V - V_g}{I_g} = \frac{50 - 1 \times 10^{-4}}{1 \times 10^{-3}} = 49999.9\ \Omega$$

يُلاحظ هنا أن المقاومة الكلية للفولتميتر هي :

$$R_{total} = 49999.9 + 0.1 = 50000\ \Omega = 50\ K\Omega$$

الأوميتر :

هو جهاز يستخدم لقياس مقاومة مجهولة في دائرة ما بطريقة مباشرة وهو عبارة عن جلفانومتر حساس وُصل مع ملفه على التوالي مقاومة عيارية ثابتة ومقاومة متغيرة وعمود كهربي.

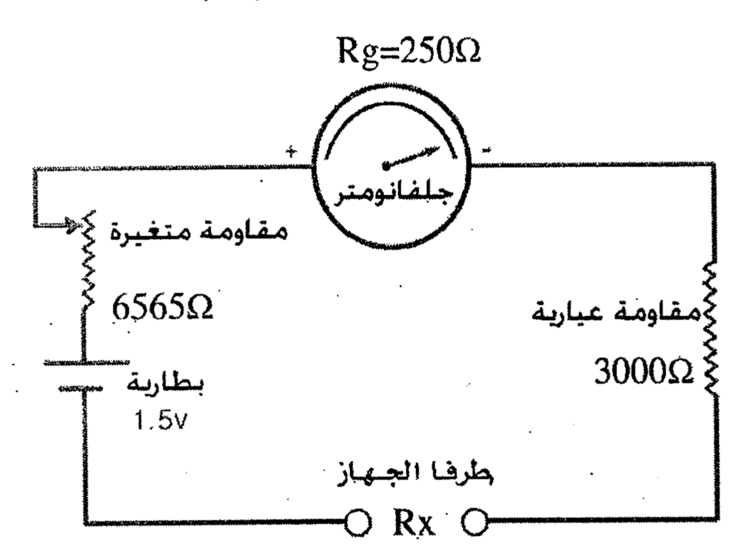
- الفكرة : تناسب التيار والمقاومة تناسبًا عكسيًا نظرًا لثبوت فرق الجهد.
- التوصيل في الدائرة : يُوصل طرفا الجهاز بطرفي المقاومة المراد قياس قيمتها.
- التركيب : جلفانومتر + مقاومة عيارية + بطارية بحيث عند تلامس طرفي التوصيل ببعضهما ينحرف المؤشر إلى نهاية تدريج الميكروأميتر والتي تعتبر صفر تدريج الأوميتر.

❖ مثال : ميكروأميتر مداه 400μA ومقاومته 250Ω
بطارية جهدها 1.5V ومقاومتها الداخلية مهملة r = 0
مقاومة ثابتة 3000Ω
مقاومة متغيرة مداها 6565Ω نأخذ منها 500Ω

- حساب قيمة المقاومة المطلوبة لكي ينحرف المؤشر إلى نهاية التدريج :

$$R_{\text{اوميتر}} = \frac{V_B}{I} = \frac{1.5}{400 \times 10^{-6}} = 3750\ \Omega$$

$$3750\ \Omega = 3000\ \Omega\ (\text{ثابتة}) + 500\ \Omega\ (\text{متغيرة}) + 250\ \Omega\ (\text{ميكروأميتر})$$



- **الفكرة التي بُني عليها الأوميتر :**

1- يعتمد قياس مقاومة ما على :
  - شدة التيار الذي يمر في الدائرة.
  - الانخفاض في الجهد عبر المقاومة حيث $R = \frac{V}{I}$

2- إذا ظل فرق الجهد ثابتًا ومعلومًا فليس هناك داعٍ لوجود الفولتميتر ويمكن رفعه من الدائرة.

3- عندئذ يمكن معايرة الجلفانومتر ليعطي قيمة المقاومة مباشرة فإذا زادت المقاومة تقل شدة التيار المار في الدائرة وبالتالي تقل قراءة الجلفانومتر.

- **معايرة الأوميتر :**

- طريقة تعيين مقاومة مجهولة بالأوميتر :

يتم تلامس طرفي الأوميتر فينحرف المؤشر إلى نهاية تدريج الميكروأميتر وهو صفر تدريج الأوميتر.

ثم يتم توصيل المقاومة المجهولة بين طرفي الأوميتر.

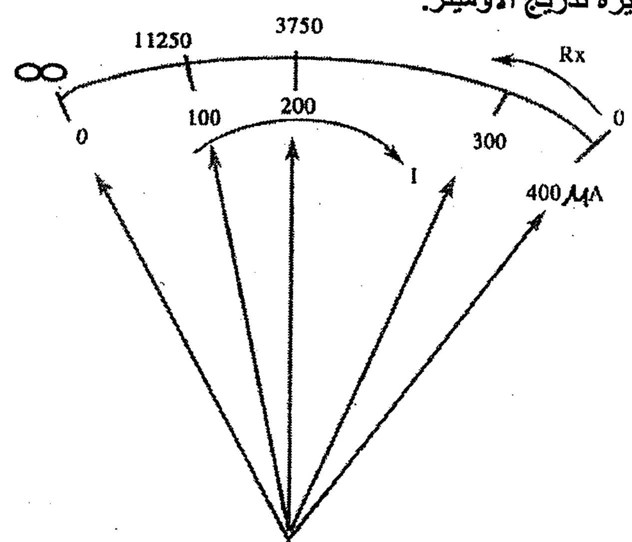
- علل : وجود مقاومة ثابتة في دائرة الأوميتر.

← لحماية ملف الجلفانومتر.

- علل : وجود مقاومة متغيرة في دائرة الأوميتر.

← للتحكم في شدة التيار بحيث عند تلامس طرفي التوصيل ينحرف المؤشر إلى نهاية تدريج الميكروأميتر والذي يعتبر بداية تدريج الأوميتر وذلك للحصول على قراءة صحيحة.

- **اشرح كيف تتم معايرة تدريج الأوميتر.**



1- عند ملامسة طرفي الأوميتر ببعضهما ينحرف المؤشر إلى نهاية تدريج الميكروأميتر والذي يعتبر صفر تدريج الأوميتر.

2- عند وضع مقاومة $\frac{1}{3}$ المقاومة الأصلية بين طرفي التوصيل فإن المقاومة الكلية تصبح $\frac{4}{3}R$ فيصبح التيار $\frac{3}{4}I$ فينحرف المؤشر إلى $\frac{3}{4}$ التدريج.

3- عند وضع مقاومة تساوي المقاومة الأصلية بين طرفي التوصيل فإن المقاومة الكلية تصبح 2R فيصبح التيار $\frac{1}{2}I$ فينحرف المؤشر إلى $\frac{1}{2}$ التدريج.

4- عند وضع مقاومة تساوي ضعف المقاومة الأصلية بين طرفي التوصيل فإن المقاومة الكلية تصبح 3R فيصبح التيار $\frac{1}{3}I$ فينحرف المؤشر إلى $\frac{1}{3}$ التدريج.

5- عند وضع مقاومة تساوي 3 أمثال المقاومة الأصلية بين طرفي التوصيل فإن المقاومة الكلية تصبح 4R فيصبح التيار $\frac{1}{4}I$ فينحرف المؤشر إلى $\frac{1}{4}$ التدريج.

- ويعبّر التدريج عن قيمة المقاومة الموصلة بين طرفي التوصيل فقط وليس عن المقاومة الكلية.

- **تدريج الأوميتر :**

1- عكس تدريج الأميتر. علل

← لأن المقاومة والتيار يتناسبان تناسبًا عكسيًا نظرًا لثبوت فرق الجهد.

2- غير منتظم. علل

← لأن شدة التيار لا تتناسب عكسيًا مع المقاومة المجهولة فقط بل تتناسب عكسيًا مع مجموع المقاومة المجهولة والمقاومة العيارية.

- علل : القوة الدافعة الكهربية للعمود المستخدم في دائرة الأوميتر ثابتة.

← حتى لا تتغير شدة التيار أثناء ضبط مؤشر الأوميتر أو أثناء استخدامه حيث تكون شدة التيار تتناسب عكسيًا مع قيمة المقاومة عند ثبوت بقية العوامل وهي القوة الدافعة الكهربية بالدائرة.

- **قوانين الأوميتر :**

$$R_{\text{أوميتر}} = \frac{V_B}{I_{max}}$$

$$I_{max} = \frac{V_B}{R_{\text{أوميتر}}} = \frac{V_B}{R_g + R_c + R_v + r}$$ (قبل توصيل أي مقاومة خارجية)

$$I_{\text{جزئي}} = \frac{V_B}{R_{\text{أوميتر}} + R_x} = \frac{V_B}{R_g + R_c + R_v + r + R_x}$$ (بعد توصيل المقاومة الخارجية)

$$\frac{I_{\text{جزئي}}}{I_{max}} = \frac{R_{\text{أوميتر}}}{R_{\text{أوميتر}} + R_x}$$

